

Sombreamento Parcial do Copado da Vinha na Sub-Região do Douro Superior

José Miguel Teles

Mestrado Engenharia Agronómica
Departamento de Geociências,
Ambiente e Ordenamento do Território

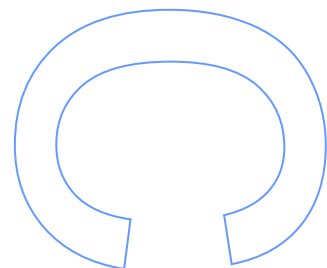
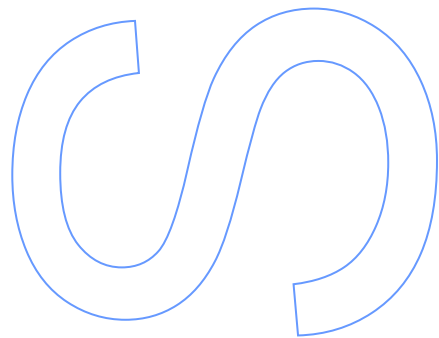
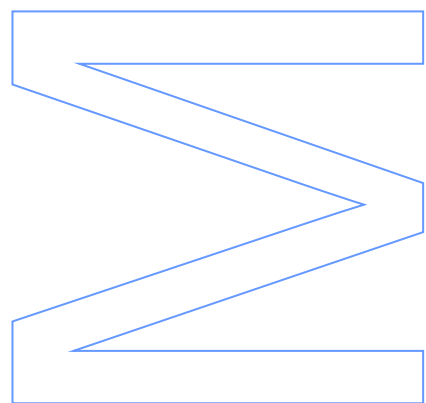
Orientador

Jorge Bernardo Lacerda de Queiroz,
Professor Doutor, F.C.U.P.

Coorientador

Manuel João Teles de Oliveira,
Professor Doutor, U.T.A.D.

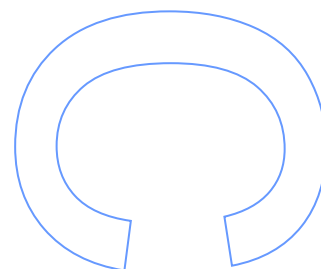
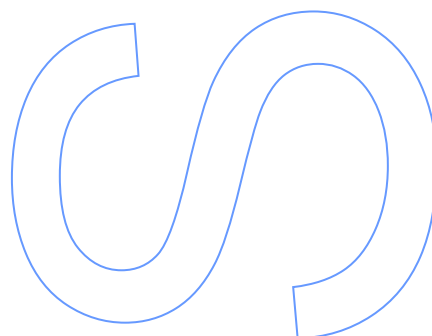
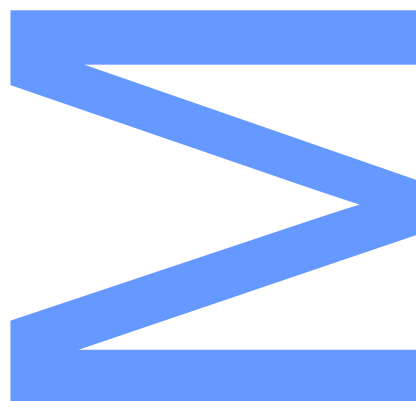
Porto
2012



Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

O presente trabalho apenas foi possível graças ao envolvimento e apoio de várias pessoas e instituições, aos quais o autor apresenta um sincero agradecimento:

Ao Professor Doutor Jorge Queiroz pela orientação, disponibilidade e apoio nas várias vertentes do trabalho.

Ao Professor Doutor Teles de Oliveira, por todo o apoio prestado ao longo de todo o trabalho, pelas revisões e sugestões efetuadas.

Um agradecimento especial ao Eng.º Pedro Barbosa da Quinta do Vale Meão, por todo o apoio técnico, incentivo e amizade.

À Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), pelas condições e meios disponibilizados para a realização do presente trabalho.

À empresa Francisco Olazabal e Filhos, pela disponibilização do campo experimental e por todo o apoio logístico e simpatia durante todo o período de realização de registos de campo.

Aos amigos e em especial ao David Matos e Octávio Félix pela amizade e apoio no terreno.

Aos meus pais pelo apoio e carinho durante todos estes anos.

Às minhas irmãs pela força e incentivo.

À Marisa, pela compreensão, apoio e incentivo ao longo de todo este percurso.

A todos o meu muito obrigado.

Resumo

O ciclo vegetativo ativo das videiras na sub-região do Douro Superior da Região Demarcada do Douro realiza-se durante um período de elevadas temperaturas médias do ar, radiação solar intensa e baixa precipitação, o que origina elevados níveis de stresses na videira. Assim, é comum a dessecação de grande número bagos com perdas de rendimento e desenvolvimento de características indesejáveis nos mostos.

Neste trabalho avaliou-se o efeito de seis modalidades de sombreamento em 2012, sendo duas delas com a rede encostada ao copado (SFM1 – sombreamento da floração à maturação; SPM1 – sombreamento do pintor à maturação) e quatro com a rede afastada 15 cm do copado (SFM2 – sombreamento da floração à maturação; SPM2 – sombreamento do pintor à maturação; SFM3r – sombreamento da floração à maturação e rega da floração ao pintor e SPM3r – sombreamento do pintor à maturação e rega da floração ao pintor) a que acresce uma testemunha regada e outra não regada. Em 2010 e 2011 avaliaram-se duas modalidades de sombreamento (SFM1 – sombreamento da floração à maturação e SPM1 – sombreamento do pintor à maturação) e respetiva testemunha. O sombreamento consistiu numa dupla faixa de rede branca que sombreava o terço inferior do copado. Em 2012 determinou-se a área média das folhas, a temperatura das folhas e cachos, a produção e as características dos mostos. Em 2010 e 2011 mediu-se a área foliar total por videira, a temperatura e humidade relativa do ar dentro do copado, a temperatura dos cachos juntos ao ráquis e a redução da radiação total e da PAR dentro do copado. O sombreamento resultou em alterações significativas na morfologia da videira, na produção e nas características dos mostos. O sombreamento refletiu-se numa menor área foliar à maturação, num ligeiro aumento da temperatura dentro do copado, no menor número de cachos com mais de 30% de bagos desidratados e na qualidade dos mostos, onde estes apresentaram, de forma geral, maiores valores de álcool provável e de acidez total e menores valores de ácido málico e, ainda, uma diminuição das antocianinas totais, o que pode representar uma redução na qualidade dos mostos. Por outro lado, verificaram-se diferenças significativas nas videiras sujeitas à rega, onde as temperaturas das folhas e dos cachos foram mais baixas e a percentagem de bagos desidratados mais elevada em 2012, o que reduziu a produção. De salientar que as modalidades regadas obtiveram altos teores de álcool provável, no entanto, apresentaram valores elevados de ácido málico, resultando em mostos mais deficitários quando comparados com os mostos não sujeitos à rega.

Palavras-chave: Região Demarcada do Douro, Touriga Nacional, Sombreamento, Qualidade dos Mostos, Produção.

Abstract

Growth and development of the grapevines in the sub-region of Douro Superior in the Demarcated Region of Douro occur under high air temperatures, intense solar radiation and low precipitation that result in intense water stress. The occurrence of berry desiccation, lost yields and poor must characteristics are common.

It was evaluated the effect of six different forms of canopy shading in 2012 where two of them the net was pressed against the canopy (SFM1 – shading from flowering to maturation; SPM1 – shading from veraison to maturation) and four others where the net was 15 cm from the canopy (SFM2 – shading from flowering to maturation; SPM2 – shading from veraison to maturation; SFM3r – shading from flowering to maturation and irrigation from flowering to veraison and SPM3r – shading from flowering to maturation and irrigation from flowering to veraison) plus two blank treatments, one rain fed the other irrigated. In 2010 and 2011 there were two shading treatments (SFM1 – shading from flowering to maturation and SPM1 – shading from veraison to maturation) plus one blank treatment. Shading was carried out with a double layer of white net that casted a shadow over the lower third of the canopy. In 2012 it was measured the average area of individual leaves, the temperature of leaves and clusters, the production components and the characteristics of the musts. In 2010 and 2011 it was measured the total leaf area per plant, the temperature and the relative humidity inside the canopy, the temperature close to the rachis, and the reduction of the total radiation and the PAR caused by foliage plus net. Shading resulted in significant changes of plant morphology, of the yield and of the must characteristics. Shading resulted in smaller leaf area at maturation, a small increase of the temperature inside the canopy, a decrease in the number of clusters with desiccated berries and lower quality of the must with higher values of probable alcohol, higher titrable acidity, lower content of malic acid and a reduction of total anthocyanin. There were significant changes in irrigated vines where the temperatures of leaves and clusters dropped and the percentage of desiccated berries increased that resulted in a lower production in 2012. It must be noted that irrigation caused an increase in probable alcohol, higher content of malic acid, resulting in poorer musts when compared with musts from rain fed vines.

Keywords: Demarcated Region of Douro, Touriga Nacional, shading, must quality, production.

Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Índice de Figuras	viii
Lista de Abreviaturas	xi
1. Introdução Geral	1
2. Estado Atual dos Conhecimentos	4
2.1. Introdução.....	4
2.2. Caracterização edáfo-climática Região Demarcada do Douro.....	4
2.2.1. Clima	5
2.2.2. Solo	6
2.3. Défice hídrico.....	7
2.4. Radiação solar.....	9
2.4.1. Temperatura do ar	11
2.4.2. Metabolismos secundários e sombreamento	11
3. Materiais e métodos	14
3.1. Materiais	14
3.1.1. Campo experimental.....	14
3.1.2. Solo	15
3.1.3. Clima	15
3.1.4. Material vegetal	17
3.1.5. Delineamento experimental	17
3.2. Observações microclimáticas, morfológicas e fisiológicas	18
3.2.1. Componentes da produção.....	20
3.2.1.1. Evolução da maturação.....	20
3.3. Análise estatística.....	21
4. Resultados 2010.....	22
4.1. Microclima do copado	22
4.2. Área foliar total.....	22
4.3. Componentes da produção.....	23
4.4. Análise físico-químicas	24
5. Resultados 2011.....	26
5.1. Registos ambientais	26

5.2.	Microclima do copado	26
5.3.	Área foliar	27
5.4.	Resistência estomática	27
5.5.	Componentes da produção.....	27
5.6.	Análises físico-químicas	29
5.7.	Expressão vegetativa e vigor	30
6.	Resultados 2012.....	31
6.1.	Registos climáticos	31
6.2.	Fenologia.....	32
6.3.	Abrolhamento e Fertilidade	32
6.4.	Estrutura do coberto vegetal.....	33
6.4.1.	Área média das folhas	33
6.4.2.	Dimensão do coberto vegetal	34
6.4.3.	Número de camadas de folhas	35
6.5.	Determinações fisiológicas	36
6.5.1.	Potencial Hídrico foliar	36
6.5.2.	Condutância estomática	37
6.5.3.	Temperatura das folhas e bagos	38
6.6.	Componentes da Produção	40
6.6.1.	Evolução da maturação	42
6.6.2.	Análise química do mosto.....	43
7.	Discussão	46
7.1.	Estrutura do coberto vegetal.....	46
7.2.	Determinações fisiológicas	47
7.3.	Microclima do copado	47
7.4.	Componentes de produção.....	48
8.	Conclusão.....	50
9.	Bibliografia.....	52
	Anexos.....	59

Índice de Figuras

Fig. 1 – Região Demarcada do Douro (IVDP, 2010).	5
Fig. 2 – Vista geral da vinha do ensaio.	14
Fig. 3 – Fotografia aérea.....	15
Fig. 4 – Ombrotérmico de Gaussen, 2011 e 2012.....	16
Fig. 5 – Média mensal da radiação solar e velocidade do vento 2010, 2011 e 2012... ..	17
Fig. 6 – Rede de sombreamento.....	18
Fig. 7 – Área foliar total à vindima, 2010.....	22
Fig. 8 – Produção por planta, 2010.....	23
Fig. 9 – Peso e volume dos bagos, 2010.	23
Fig. 10 – Acidez total e álcool provável, 2010.	24
Fig. 11 – Antocianinas totais, 2010.....	24
Fig. 12 – Ácido málico, 2010.....	25
Fig. 13 – Registos mensais médios da precipitação, evapotranspiração e temperatura. Estação meteorológica Quinta Vale Meão 2011.	26
Fig. 14 – Área foliar total, 2011	27
Fig. 15 – Resistência estomática, 2011.....	27
Fig. 16 – Produção por planta, 2011.....	28
Fig. 17 – Número de cachos com mais de 30% de bagos dissecados, 2011.	28
Fig. 18 – Peso do bago e volume, 2011.....	28
Fig. 19 – Acidez total e álcool provável, 2011.	29
Fig. 20 – Antocianinas totais, 2011	29
Fig. 21 – Percentagem média da extratibilidade das antocianinas, 2011.....	30
Fig. 22 – Médias mensais das temperaturas e precipitação. Série 1931-1960 Pocinho; Estação meteorologia da Quinta Vale Meão.	31
Fig. 23 – Evolução da área média das folhas total, 2012.	34
Fig. 24 – Evolução diária do potencial hídrico foliar ao pré-pintor, 2012.....	36
Fig. 25 – Potencial hídrico foliar ao meio dia solar, 2012	37
Fig. 26 – Condutância estomática e potencial hídrico foliar ao meio dia solar, 2012... ..	37
Fig. 27 – Temperaturas médias das folhas ao meio dia solar, 2012.....	38
Fig. 28 – Temperaturas médias dos cachos ao meio dia solar, 2012.....	38
Fig. 29 – Evolução da temperatura média das folhas e dos cachos no estado pós- pintor, 2012.....	39
Fig. 30 – Balanço térmico entre a temperatura média do ar e a temperatura média das folhas, 2012.	39

Fig. 31 – Evolução da produção média nos últimos 10 anos.....	40
Fig. 32 – Número médio de cachos por videira à vindima, 2012.	40
Fig. 33 – Produção média por videira, 2012.....	41
Fig. 34 – Percentagem média de passas por videira à vindima, 2012.....	41
Fig. 35 – Evolução do peso do bago entre o início da maturação e a vindima, 2012 ..	42
Fig. 36 – Evolução do volume dos bagos entre o início da maturação e a vindima, 2012.	43
Fig. 37 – Evolução do teor de álcool provável entre o início da maturação e a vindima, 2012	43
Fig. 38 – Evolução do pH entre o início da maturação e a vindima, 2012	44
Fig. 39 – Totais de antocianas, 2012.	44
Fig. 40 – Concentração de ácido tartárico, 2012.....	45
Fig. 41 – Concentração de ácido málico, 2012.	45

Índice de Quadros

Quadro 1 – Registo de médias das temperaturas do ar, humidade relativa, radiação solar e PAR, 2010.....	22
Quadro 2 – Registo de médias das temperaturas, radiação solar.	26
Quadro 3 – Média dos tratamentos nos valores de vigor e expressão vegetativa, 2011.	30
Quadro 4 – Comparação entre médias da Temperatura e da Precipitação para o período de dormência e de crescimento e para a média do ano 2012 e da média de 30 anos (1930-1961).....	32
Quadro 5 – Datas de registos dos estados fenológicos de referência.....	32
Quadro 6 – Carga à poda, número de inflorescências, % de abrolhamento e índice de fertilidade potencial, 2012.	33
Quadro 7 – Dimensões médias da sebe ao pintor, 2012.....	34
Quadro 8 – Valores médios do número de camadas de folhas (NCF), percentagens de cachos e folhas interiores, percentagens de cachos expostos e porosidade ao pintor, 2012.....	35
Quadro 9 – Rendimento médio, 2012.	42

Lista de Abreviaturas

ADN	Ácido Desoxirribonucleico
ATPase	Enzima que catalisa a hidrólise da adenosina trifosfato (ATP)
CC	Capacidade de Campo
F_v/F_m	Taxa de variação máxima de fluorescência
Gs	Condutância estomática
PAR	Radiação Fotossinteticamente Ativa (Photosynthetic Active Radiation)
PPFD	Fluxo Fotónico Fotossinteticamente Ativo
PSII	Fotossistema II
RDD	Região Demarcada do Douro
R_s	Resistência Estomática
Rubisco	Ribulose 1,5-bisfosfato carboxilase oxigenase
Ψ_f	Potencial hídrico foliar
Ψ_m	Potencial hídrico foliar mínimo

1.Introdução Geral

A cultura da vinha (*Vitis vinífera* L.) tem sido sujeita a grandes desafios no último século. As movimentações socioeconómicas e os avanços científicos elevam a vitivinicultura a patamares de qualidade e quantidade nunca antes alcançados. Nos dias de hoje o mercado global exige uma viticultura eficiente, onde a busca agronómica para melhores desempenhos da atividade é obrigatória. A competitividade do sector vitícola mundial impulsionou a adesão crescente de novos procedimentos vitícolas e enológicos, a fim de conquistar novos mercados.

Os desafios atuais requerem uma viticultura rentável, quer a nível de qualidade como de quantidade, mas acima de tudo uma viticultura o menos invasiva possível para o ambiente. Desta forma, é essencial produzir vinhos competitivos, mantendo a sua identidade e carácter, mas que sejam “amigos do ambiente”.

Portugal é um país com fortes tradições vitivinícolas, representado atualmente por cerca de 234 663 hectares em superfície de vinha com destino à produção de vinho, sendo o 5º produtor Europeu e o 11º a nível mundial, com um volume de produção de um pouco mais de 7 milhões de hl.ano⁻¹ (IVV, 2009).

A Região Demarcada do Douro (RDD) salienta-se entre as regiões vitícolas Portuguesas com uma produção, na campanha de 2009/2010, de 1 351 949 hl, sendo a região do país com maior produção de vinho (IVV, 2009).

A RDD atualmente conta com uma área total de 250 000 ha, onde cerca de 45 000 ha incluem vinha instalada (IVDP, 2010). Devido às grandes diferenças mesoclimáticas, a RDD é dividida nas sub-regiões do Baixo Corgo, Cima Corgo e Douro Superior, numa direção jusante - montante do rio Douro. Destas sub-regiões a que apresenta maior área total é o Douro Superior cerca de 110 000 ha, correspondendo a 44% da área total da RDD, no entanto, apresenta-se como a mais pequena área vitícola (IVDP, 2010), mas com tendência a crescer, pois a sua orografia é a menos acidentada, o que favorece a instalação de vinhas mecanizáveis e assim, tem vindo progressivamente a ser instaladas vinhas de grande dimensão para a escala da região.

Como referido anteriormente, existem diferenças mesoclimáticas na RDD, o que torna a região particularmente complexa em condições ambientais. As cadeias montanhosas que circundam a região representam barreiras naturais que limitam a passagem de ventos húmidos do Atlântico, originando períodos estivais de precipitação escassa, temperaturas do ar elevadas e uma carência hídrica acentuada nas camadas superficiais do solo (SMN, 1965). Segundo o Instituto dos Vinhos do Douro e Porto

(IVDP) a variação anual da precipitação na RDD varia entre 1200 mm e 380 mm, sendo a sub-região Baixo-Corgo a mais chuvosa e a sub-região do Douro Superior a menos chuvosa. Por outro lado, as temperaturas médias estivais elevam-se de Oeste para Este ao longo do curso do rio. Assim, das diferentes sub-regiões, a região do Douro Superior é a que regista temperaturas mais elevadas, muito pelo facto de ser a região mais afastada do oceano.

Esta variação ambiental tem uma grande influência no desenvolvimento da videira pois o estado de maiores necessidades hídricas na RDD coincide com a época de precipitação escassa, alta intensidade de radiação solar, elevada temperatura do ar e baixa humidade relativa. Desta forma, as reservas de água no solo são um recurso fundamental para a produção e subsistência da videira (Moutinho-Pereira, 2000; APA, 2009). Por outro lado, a radiação solar, em todos os comprimentos de onda, é um fator fundamental na determinação das variações morfológicas e fisiológicas nas plantas (Pollastrini *et al.*, 2010), bem como na influência no rendimento e na qualidade do vinho, devido à quantidade de radiação que alcança as folhas e cachos (Cartechin e Pallioti, 1995).

A incidência de baixas radiações na videira reduz o peso do cacho, o tamanho do bago e a cor, ou seja, os bagos têm menor concentração de antocianinas e sólidos solúveis, os mostos são mais ácidos e acumulam menores teores de ácido tartárico e oxálico (Oliveira *et al.*, 2011). No sentido inverso, o excesso de radiações pode provocar a fotoinibição da fotossíntese, originando a rutura do aparelho fotossintético nas folhas com a redução da taxa de fotossíntese, e respetiva diminuição da acumulação de açúcares e possível atraso na maturação (Bertamini e Nedunchezian, 2003; Bertamini *et al.*, 2007).

Pelo presente enquadramento, a região do Douro Superior, pela combinação de elevada radiação solar com altas temperaturas e défice hídrico envolve um ambiente que potencia as perdas substanciais de produção pela dessecação extrema dos bagos e, conseqüentemente leva a uma alteração da qualidade dos mostos (Oliveira *et al.*, 2011). Desta forma, formulou-se a hipótese do sombreamento parcial dos bardos, alterar o microclima do copado, favorecendo a fotossíntese, pois esta é mais eficiente sob condições de luz difusa (Petrie *et al.*, 2009). Este sombreamento parcial dos bardos poderia proteger os cachos dos nefastos efeitos das elevadas e prolongadas intensidades de radiação solar, sem comprometer os aparelhos fotossintéticos da videira, e assim beneficiar o rendimento da vinha.

O presente estudo, tem por objetivo determinar a viabilidade em qualidade e quantidade das uvas sujeitas a sombreamento em determinados períodos dos estados

fenológicos do ciclo da videira. Tendo como base um primeiro ensaio, no mesmo âmbito, levado a cabo nas campanhas de 2010 e 2011 no Douro Superior.

2. Estado Atual dos Conhecimentos

2.1. Introdução

O cultivo de videiras e o processo de fazer o vinho é uma atividade muito antiga. Atividade que é fortemente influenciada pelas condições climáticas. Assim, quando as alterações climáticas se dão a longo prazo, podem resultar em modificações no potencial de maturação e no estilo do vinho que uma determinada região produz. Por outro lado, os eventos meteorológicos extremos originam perdas de colheita (Jones, 2007).

A relação clima/videira foi abordada já em 1946 pelo Professor Miguel Pereira Coutinho que referia: “ durante a época estival, a maioria dos acidentes de vegetação é ordinariamente devida à ação do sol e à secura dos terrenos; é de facto vulgar, em dias quentes e de atmosfera limpa, sem nuvens, notar-se que a incidência dos intensos raios solares provoca o engelhamento e secura dos bagos, a que se dá o nome de escaldão do cacho, ou ainda queima das parras, as quais ficam geralmente enroladas nas margens e com manchas alaranjadas no limbo, devidas à secura dos tecidos da folha. Como é lógico, o escaldão e a queima são mais frequentes nos locais em que é reduzida a água do solo...” (Coutinho 1946, cf. Moutinho-Pereira, 2000).

O clima da sub-região Douro Superior tem características mediterrânicas, onde a videira é sujeita a baixa disponibilidade de água no solo, bem como elevada irradiância fotónica, temperaturas elevadas e humidade relativa baixa. Estas condicionantes climáticas podem limitar o desenvolvimento da planta, com efeitos na longevidade da videira e reflexos na produtividade e composição dos frutos (Moutinho-Pereira, 2000).

Desta forma, será importante refletir sobre os conceitos da fisiologia vegetal que abordam os mecanismos de resposta da videira ao período estival dos climas mediterrânicos.

2.2. Caracterização edáfo-climática Região Demarcada do Douro

A Região Demarcada do Douro (RDD) situa-se no nordeste de Portugal, na bacia hidrográfica do Douro, estendendo-se desde o Barqueiros (Concelho de Mesão Frio) até Barca d’Alva (Concelho de Freixo Espada à Cinta). Devido às grandes diferenças mesoclimáticas a RDD é dividida em três sub-regiões: Baixo Corgo, Cima Corgo e Douro Superior (Figura 1).

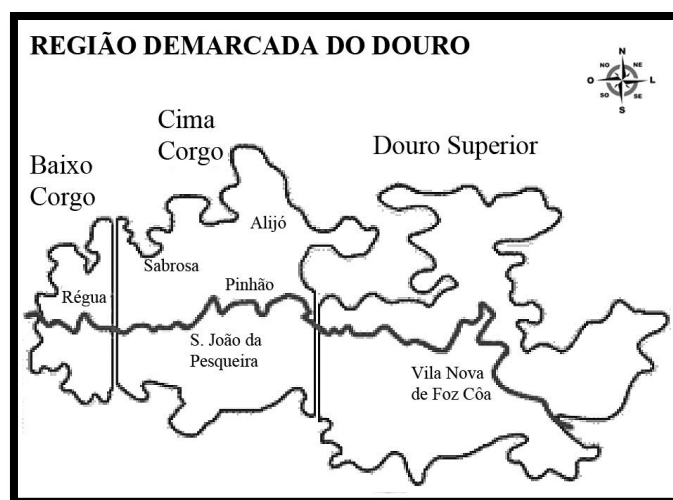


Fig. 1 – Região Demarcada do Douro (IVDP,2010).

As variações climáticas de entre as diferentes sub-regiões da RDD são, em grande parte, devidas ao progressivo afastamento do Oceano Atlântico e às barreiras naturais das serras do Marão e de Montemuro que limitam os ventos húmidos oceânicos, à medida que nos deslocamos para montante do rio Douro, ou seja em direção ao Douro Superior (IVDP, 2010).

A importante contribuição das características climáticas na produção de vinho é notória quando abordamos o Método de Pontuação para a produção de Vinho do Porto, (Moreira da Fonseca, 1949). Este método contempla parâmetros climáticos com um peso de 63% da pontuação máxima da parcela (ADVID, 2007).

2.2.1. Clima

O clima da RDD tem características mediterrânicas com influências continentais, à medida que se avança para montante do rio Douro. O clima é moderadamente frio e húmido no Inverno e muito quente e seco no Verão (Moutinho-Pereira, 2000). No entanto, dentro da mesma região o clima é variável, distinguindo-se três situações, com fatores distintos de altitude, exposição e declive, que originam potenciais distintos para a produção de vinho e também contribuindo para distintos *terroir*.

O *terroir* de determinada região é característica da interação de parâmetros do solo, da cultivar e do clima, sendo o efeito do clima o de maior influência como elemento diferenciador da produção, seguidos do solo e cultivar (van Leeuwen *et al.*, 2004).

Fatores ambientais como a topografia, agro-pedologia e clima são reconhecidos por influenciar a videira e a qualidade do vinho. Os locais adequados à vitivinicultura permitem a completa maturação das uvas da respetiva casta de videira e o mesoclima

favorável, e ao equilíbrio entre o vigor da planta e a disponibilidade de nutrientes e água (Koundouras *et al.*, 2006).

A interação do clima com a videira determina as variações do seu estado hídrico. Fatores como a temperatura, radiação e humidade, segundo Smart (1974) não se resumem só ao seu impacto no processo evaporativo, mas têm uma profunda influência na fisiologia e produção da videira.

A precipitação é o factor climático com maior interferência no desenvolvimento da videira. A sua distribuição e variabilidade durante o ano tem uma significativa influência no rendimento da vinha e no seu estado fitossanitário. Particularmente notória na viticultura Duriense porque todo o ciclo hidrológico foi alterado pelas diferentes ações antropogénias (Ramos, 2006). Muitos autores abordam o efeito do défice hídrico na acumulação de vários metabolitos na videira onde são responsáveis pela cor, aroma e sabor do vinho. Assim, o potencial enológico está relacionado com imposições de intensidade do défice hídrico resultante do tipo de solo e do clima (Koundouras *et al.*, 2006).

A temperatura do ar é um meteoro que tem influência nas perdas de água por transpiração, e por esse processo regula as necessidades hídricas da videira. Quanto maior a temperatura do ar, maiores serão as perdas de água das plantas por transpiração.

Um outro factor que afecta a transpiração da planta é a radiação solar utilizada na fotossíntese (Krauter, 2001a). A quantidade de energia associada à radiação solar, quando elevada e prolongada, acompanhada por períodos de défice hídrico podem provocar a inativação do processo de fotossíntese, através da inibição do PSII (Osório, 1994 cf. Moutinho-Pereira, 2000).

Nas condições climáticas da RDD, mais especificamente no Douro Superior, em particular no Verão, a videira é sujeita frequentemente a condições extremas de baixa disponibilidade de água no solo, radiação solar intensa, temperaturas elevadas e défice de pressão de vapor de água atmosférico, que causam efeitos debilitantes no comportamento fisiológico da videira, interferindo na longevidade, produtividade e composição dos frutos (Moutinho-Pereira, 2000).

2.2.2. Solo

A aptidão de determinada região para a viticultura depende das suas características mesoclimáticas mas também das suas características edáficas, definido pelo pedoclima. Este pode comprometer o desenvolvimento do sistema radicular, o qual

será refletido na expressão vegetativa e no vigor e, assim, influenciando o microclima e, conseqüentemente, no comportamento fisiológico da videira (Magalhães, 2008).

A geomorfologia da região tem sido muito afetada pela atividade humana que criou uma paisagem peculiar resultante sobretudo da plantação de vinhas em terraços (Real *et al.*, 1978). O vale do Douro é composto de xistos argilosos do pre-cambriço com diversos níveis de alterações metamórficas e alguns afloramentos graníticos. Os solos são em geral esqueléticos, ácidos e de baixa fertilidade (Castro, 1967). Muitos dos solos são Antrosolo eutrófico de mistura (Coba, 1987) onde a grande quantidade de materiais grosseiros dá-lhes a característica de extremamente pedregoso e cascalhento (Miller e Guthrie, 1984). A pedregosidade altera o microclima da vinha por aumento da temperatura superficial do solo, da reflexão da luz e do calor, que afetam a maturação das uvas (Magalhães, 2008).

O tipo de solo determina a disponibilidade potencial de água e o clima determina se a reposição de água no solo atinge esse potencial. Os solos originais da RDD são muito delgados e, logo, com baixa capacidade de armazenamento de água. Contudo, a sua alteração antropogénica aumenta a profundidade e pulverização por surribo, aumentando significativamente o volume de solo para armazenar água e para ser explorado pelas raízes. As condições edáficas criadas permitem às plantas resistirem à seca (Magalhães, 2008; Sousa, 2010).

2.3. Déficit hídrico

O crescimento e desenvolvimento da videira é muito sensível à disponibilidade de água e a sua diminuição origina restrições no crescimento vegetativo, influenciando diretamente o tamanho dos bagos, a acumulação dos açúcares e dos compostos fenólicos, logo a qualidade dos vinhos (Tarara e Lee, 2011).

A falta de água ocorre quando a quantidade de água disponível é menor do que o potencial de água que a videira pode utilizar (CSIRO, 2009). Contudo, o excesso ou déficit podem causar efeitos na qualidade e quantidade do vinho produzido. É fundamental alcançar um equilíbrio entre a água necessária e o desenvolvimento do copado pretendido (Sousa *et al.*, 2006).

A água é o fator limitante mais importante do crescimento das plantas nas regiões mediterrânicas, onde é comum o cultivo da vinha.

Apesar das adaptações a estas condições climáticas mediterrânicas, a combinação de deficiência hídrica no solo com constrangimentos do ambiente, como alta radiação e temperaturas elevadas, causam uma progressiva redução da fotossíntese, do crescimento da planta e do rendimento da cultura (Bertamini *et al.*, 2007). A redução

da taxa de fotossíntese induzida pelo stresse hídrico é normalmente associada ao encerramento dos estomas que é a primeira resposta da planta ao défice de água no solo e, assim, diminui a fotossíntese e a condutância estomática (Bertamini *et al.*, 2007). O encerramento dos estomas limita a difusão do CO₂ do meio externo para o mesófilo da folha, originando uma redução da pressão parcial de CO₂ no interior da folha. Assim, uma das primeiras consequências desta redução de pressão é o aumento da atividade oxigenase da enzima ribulose-bifosfato-carboxilase-oxigenase (rubisco) e, assim, o estímulo à fotorrespiração (Albuquerque e Carbonneau, 1999). O declínio observado na absorção de CO₂ na folha em resultado do défice hídrico é seguido pela alteração da partição dos fotoassimilados ao nível da planta toda e corresponde, em termos gerais, a um aumento da taxa de novos lançamentos na raiz e do declínio no crescimento dos pampas (Pinheiro e Chaves, 2011).

Por outro lado, a abundante disponibilidade de água induz a estímulos de crescimento vegetativo que leva a copados densos e frutos pouco expostos com maior tendência para problemas fitossanitários. O crescimento de netas é particularmente promovido, que competem por fotoassimilados com bago e um maior sombreamento do interior do copado, que atrasa a maturação (Pedeira dos Santos *et al.*, 2007). A melhor qualidade dos vinhos é conseguida nas videiras em stresse hídrico moderado, principalmente nos estados fenológicos que precedem o pintor (Oliveira *et al.*, 2011).

As estratégias de combate ao défice hídrico são ferramentas relativamente recentes na gestão do crescimento das videiras, melhorando a qualidade do fruto e o uso eficiente da água enquanto mantêm os rendimentos. Uma das estratégias é a regulação da falta de água no sentido de controlar o crescimento vegetativo e melhorar a qualidade dos frutos, removendo ou reduzindo a rega em períodos específicos durante o ciclo vegetativo da videira. A gestão da rega permite uma boa atividade fisiológica da planta e, ao mesmo tempo, reduzir o crescimento excessivo de lançamentos. O copado fica aberto e melhor exposto, melhorando a qualidade dos bagos nomeadamente a concentração total de compostos fenólicos (Pedeira dos Santos *et al.*, 2007).

A disponibilidade de água afeta a concentração de açúcar no bago numa relação complexa. Grande disponibilidade de água implica uma alta concentração de açúcares em consequência da sua alta atividade fotossintética, mas baixa a sua concentração por diluição à medida que o bago aumenta de volume (Santesteban e Royo, 2006). O efeito da rega tem resultados diferentes consoante o estado fenológico da videira (Sousa *et al.*, 2007).

Controlar o conteúdo de água no solo da vinha através da rega é bastante eficiente no aumento do rendimento mas falha na indução suficiente da concentração de ácidos

orgânicos no mosto. O total de ácidos solúveis e a concentração de glucose e frutose decrescem à medida que a taxa de rega aumenta principalmente se a rega for aplicada após o pintor. Esta estratégia pode ser aceite como um compromisso entre rendimentos, concentração de açúcar, ácidos e a conservação da água, quando a rega é utilizada antes do pintor, a uma taxa moderada de 50% da evapotranspiração desde floração ao pintor (Oliveira e Sousa, 2009).

2.4. Radiação solar

A *Vitis vinífera* L. é cultivada em muitas áreas com distintas condições climáticas onde estas são também caracterizadas pelas diferenças de radiação disponível, devido às variações de latitude e altitude (Cartechin e Palliotti, 1995).

A máxima expressão produtiva da videira está diretamente relacionada com a energia radiante, pois o CO₂ captado diariamente é uma função da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) incidente na vinha, sendo a eficiência do PAR e a área foliar, os principais fatores que afetam o rendimento e as características dos frutos. A escolha do sistema de condução, densidade da plantação, a carga e a poda podem exercer um grande contributo em manter um mínimo de intensidade de luz para a maior parte da área foliar durante o ciclo vegetativo da videira (Cartechin e Palliotti, 1995).

A resposta da fotossíntese à luz nas videiras na ausência de fatores limitantes, sejam bióticos ou abióticos, têm uma curva característica com duas fases distintas. Na primeira fase, existe uma crescente proporção entre a densidade de fluxo fotónico fotossinteticamente ativo (PPFD) e a fotossíntese, ou seja, toda a energia fotónica absorvida é convertida em energia química e usada na fixação de CO₂. Na segunda fase, as folhas respondem com decréscimos da fotossíntese aos aumentos da PPFD, o que significa que a energia fotónica absorvida não é totalmente usada nas reações primárias da fotossíntese. O valor máximo da atividade fotossintética da *Vitis vinífera* situa-se entre os PAR de 550 a 1500 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, no entanto, estes valores variam conforme a casta e as condições ambientais. Para além dos valores da PAR apresentados, é atingido o chamado ponto de saturação luminosa e a atividade fotossintética deixa de ter capacidade para usar toda a energia fotónica absorvida pelos pigmentos clorofilinos (Moutinho-Pereira, 2000).

O excesso de radiação pode causar danos na planta. O termo fotoinibição ou regulação negativa (down-regulation) da fotossíntese refere-se à inibição induzida pela luz nos centros de reação do processo da fotossíntese que resulta numa excessiva absorção de energia fotónica, excedendo a capacidade da folha em utilizá-la na cadeia

de transporte de elétrons, dando origem a danos graves nos complexos da PSII (degradação da proteína D1 nos centros de reação por uma protéase) ou, por outro lado, este processo de fotoinibição resulta numa estratégia da planta para equilibrar a energia que chega à PSII e a energia que efetivamente é utilizada no processo de fotossíntese e, desta forma, ajuda a minimizar a ocorrência de maiores estragos. No entanto, a fotoinibição, de uma forma ou de outra, acaba por deprimir a fotossíntese através da redução da razão F_v/F_m e do rendimento quântico da fotossíntese (mole de CO_2 fixado ou mole de O_2 libertado por mole de fóton absorvido) (Bertamini *et al.*, 2005; Moutinho-Pereira, 2000).

O fenómeno inibitório da fotossíntese, devido à excessiva energia fotónica incidente pode-se manifestar de forma reversível ou irreversível. No caso reversível do processo de fotoinibição, a recuperação da atividade máxima da fotossíntese pode demorar alguns dias, o espaço de tempo necessário para a reparação dos polipéptidos da proteína D1 que foram danificados. Por outro lado, na regulação negativa, o restabelecimento pode demorar cerca de alguns minutos ou horas (Moutinho-Pereira, 2000).

As plantas utilizam estratégias morfológicas, bioquímicas e fisiológicas para minimizar os efeitos dos excessos de radiação através da espessura da folha (mais espessas quando em crescimento à exposição solar), redução da área foliar, aumento do número de pêlos, deposição de uma camada cerosa na superfície das folhas e maior acumulação de pigmentos na folha (Pollastrini *et al.*, 2010).

A radiação solar intercetada é a maior componente do balanço energético que influencia importantes processos como a fotossíntese e a transpiração. A radiação intercetada depende de vários fatores como as dimensões e estrutura do copado, a dimensão de superfície foliar, as características das folhas, a orientação das plantas, o ângulo de incidência solar e as propriedades da radiação que alcançam as folhas (Oyarzun *et al.*, 2007).

A radiação solar é essencial para o amadurecimento das uvas na medida em que conduz à fotossíntese e à acumulação de açúcares, influenciando os metabolismos secundários, como também influencia a temperatura dos bagos. Os efeitos da luz na composição dos frutos está relacionada com a temperatura nos bagos originada pelo aumento da exposição solar mas a elevada temperatura nos bagos pode inibir o desenvolvimento dos mesmos (Chorti *et al.*, 2010).

2.4.1. Temperatura do ar

A temperatura desde a diferenciação floral do ano precedente até à maturação do ano seguinte é fator determinante nos vários processos bióticos da videira. Contudo, a principal influência da temperatura é na produção de fotoassimilados e na qualidade e duração da área foliar fotossinteticamente ativa (Moutinho-Pereira, 2000).

As taxas de metabolismo da videira, incluindo os bagos, são altamente dependentes da temperatura. A temperatura dos bagos e cachos é determinada durante o dia, pela quantidade de intensidade da radiação solar que lhes chega. Algum calor pode ser ganho ou dissipado por convecção à medida que o ar quente ou frio passa por entre os bagos. Quanto mais intensa for a radiação solar e quanto menor for o movimento de ar pelo copado e através dos frutos, mais alta será a temperatura média dos bagos. Os bagos sombreados pelas folhas raramente excedem a temperatura do ar (Tarara e Lee, 2011).

A *Vitis vinífera* L. tem capacidade de fotossintetizar num intervalo ótimo de temperaturas relativamente amplo, entre 20° e 35°C, no entanto, este intervalo tem pequenas variações dependendo da casta, das condições ambientais de crescimento e do período do ciclo vegetativo. Neste referido intervalo, quando o seu limite superior é ultrapassado até ao limite de tolerância de calor, os processos de produção de fotoassimilados ou a sua translocação diminuem, de modo reversível até uma taxa mínima. As temperaturas acima do limite de tolerância, entre 40° a 45°C, poderão ocorrer danos irreversíveis que afetam a operacionalidade dos fotossistemas das membranas tilacóidais e, eventualmente levam à morte da folha (Moutinho-Pereira, 2000).

Os bagos sujeitos a baixas temperaturas têm o processo de acumulação de açúcares mais lento, o seu amadurecimento é mais lento, os ácidos são metabolizados lentamente a uma taxa mais baixa, e a sua concentração à colheita aumenta. Os bagos sujeitos a altas temperaturas podem chegar ao seu limite bioquímico e, assim, limitarem os seus metabolismos (Bergqvist *et al.*, 2001). Desta forma e se, o processo for de forma irreversível, ocorre o efeito chamado segundo Tarara e Lee (2011) “The vine Shuts Down”.

2.4.2. Metabolismos secundários e sombreamento

Os compostos fenólicos encontrados nos bagos representam um variado grupo de metabolitos secundários que estão ligados a várias funções das plantas (Tarara *et al.*, 2008). Estes compostos podem ser divididos em duas famílias: os flavonóides e os

não flavonóides. A família dos não flavonóides incluem os ácidos fenólicos e os estilbenos (exemplo: resveratrol) e a família dos flavonóides incluem os flavonóis que contribuem para atrair polinizadores e dispersar as sementes, que promovem a proteção aos raios UV e promovem a resistência a patógenos e herbívoros, as antocianinas que contribuem para a cor das películas e as proantocianidinas (taninos condensados) que protegem o vinho da oxidação, contribuem para a estabilização da cor e aumentam a complexidade no vinho (Tarara *et al.*, 2008; Tarara e Lee, 2011; Cortell e Kennedy, 2006). Os compostos fenólicos representam menos de 1% na constituição do vinho, mas são muito importantes porque contribuem para a cor, sabor, adstringência e benefícios para a saúde humana (Tarara *et al.*, 2008).

As uvas são frutos climatéricos que têm duas fases de crescimentos separados por uma fase *lag*. Desta forma, os flavonóis e as proantocianidinas são biossintetizados durante a fase I de crescimento do bago, enquanto as antocianinas são biossintetizadas durante o amadurecimento do fruto (fase II). A acumulação destes compostos pode responder a fatores externos como os raios UV, às condições hídricas, à temperatura, aos níveis nutricionais, tipo de casta, interações com agentes patogénicos e práticas culturais utilizadas (Cortell e Kennedy, 2006; Downy *et al.*, 2006).

A exposição dos bagos à radiação solar, sobretudo radiação UV, promove a síntese de flavonóides, mas a sua acumulação é, aparentemente insensível à temperatura (Tarara e Lee, 2011). Os taninos condensados presentes em quantidade variável nas películas dos bagos são influenciados de forma significativa pela exposição solar e pela quantidade de água disponível (Cortell e Kennedy, 2006). A concentração de antocianinas nos bagos é afetada negativamente pelas baixas temperaturas e pela redução da radiação incidente ao contrário do que acontece com os bagos expostos a maior intensidade de radiação (Tarara e Lee, 2011). Contudo, as temperaturas excessivamente altas inibem a acumulação de antocianinas (Yamane *et al.*, 2006; Bergqvist *et al.*, 2001).

O ambiente dos cachos influencia a composição dos bagos. Bagos sombreados, naturalmente ou artificialmente, têm menor quantidade de compostos glicosados do que bagos expostos à luz. Assim, o microclima do bago parece ser muito importante. As práticas culturais que promovem a penetração dos raios solares para os cachos fazem aumentar o potencial aromático nos bagos (Bureau *et al.*, 2000).

As relações entre a exposição à luz solar e a temperatura nos cachos de uva são importantes para a composição e metabolismos dos bagos. Diferenças de temperatura entre o ambiente e os frutos expostos aumentam à medida que a radiação solar aumenta e o vento diminuiu. Assim, a radiação solar e a velocidade do vento são os

dois fatores mais importantes que determinam a temperatura do fruto (Spayd *et al.*, 2002).

O microclima da canópia depende do número e da distribuição espacial das folhas. O sombreamento provoca efeitos negativos na produção e na qualidade dos vinhos, na medida em que origina a diminuição na concentração de açúcares, na cor e no ácido tartárico bem como, um aumento na concentração de potássio (K), de pH e de ácido málico (Archer e Strauss, 1989).

O sombreamento da vinha modifica as características da radiação solar incidente e, conseqüentemente, cria mudanças no microclima (PAR, temperatura do ar, humidade e velocidade do vento) ao nível dos cachos. A mudança do microclima da vinha tem efeito direto no estado da água na planta, na troca gasosa e na resposta da cultura à água no solo, que tem um grande impacto no rendimento e qualidade da uva (Rana *et al.*, 2004).

A utilização de sombreamento na vinha apresenta uma substancial alteração da temperatura e humidade na canópia, onde o potencial aumento da humidade, devido à redução da velocidade do vento em consequência da resistência aerodinâmica, baixa o déficit de pressão de vapor, resultando num decréscimo da transpiração e fotossíntese, e por consequência, redução no crescimento, redução na acumulação de flavonóides e aumento dos riscos de doenças criptogâmicas (Downy *et al.*, 2006). No caso da temperatura, esta sofre decréscimos em consequência da alteração da incidência de radiação (Rana *et al.*, 2004) e com influência nos metabolismos secundários. O elevado grau de cachos expostos nos climas quentes pode comprometer a produção de antocianinas nos bagos. Nestas condições, enquanto alguma exposição pode ser apropriada, as altas temperaturas dos bagos, resultado da completa exposição dos bagos, são fator inibitório para o metabolismo das antocianinas (Haselgrove *et al.*, 2000).

Assim, esta técnica de sombreamento afeta o microclima da vinha e, este facto, deve-se a dois importantes fatores de consequência agronómica. O primeiro fator é que as culturas não sombreadas amadurecem mais cedo e, assim, a sua colheita é mais cedo. A segunda é a modificação do programa de rega quando utilizada nas vinhas sombreadas, pois a evapotranspiração das vinhas sombreadas é mais gradual do que vinhas não sombreadas (Rana *et al.*, 2004).

3. Materiais e métodos

3.1. Materiais

3.1.1. Campo experimental

O ensaio foi realizado durante o ciclo vegetativo da videira nos anos de 2010 a 2012 na Quinta do Vale Meão (41° 08' Norte, 7° 08' Oeste) que se localiza no concelho de Vila Nova de Foz Côa, distrito da Guarda na sub-região do Douro Superior da Região Demarcada do Douro.



Fig. 2 – Vista geral da vinha do ensaio em momento fenológico – Cachos separados (JMT, 2012).

A variedade de *Vitis Vinífera* L. em estudo é a Touriga Nacional (TN) enxertada em porta-enxerto 110R. Esta vinha foi plantada em 1982 com material de seleção massal de TN, com um compasso de 2,2 metros na entrelinha por 1,0 metros na linha, o que representa uma densidade de 4545 plantas por hectare. As linhas estão dispostas segundo a orientação Este – Oeste numa encosta com um declive entre 0 e 8% (Figura 2). O modo de condução da vinha é em monoplano vertical ascendente e podadas em cordão Guyot Duplo com uma carga à poda de cerca de 10 olhos por cepa. Quando a sebe está desenvolvida, é mantida a 1,60 metros de altura e 0,6 a 0,8 metros de largura, sendo utilizados dois arames pareados para orientar a vegetação e realizadas despontas para controlar a altura e largura das sebes. A vinha conta também com um sistema de rega, onde cada bardo possui uma linha de rega

localizada com abertura independente com gotejadores autocompensantes espaçados a 1 m e débito de 2,4 litros por hora. A vegetação espontânea na entrelinha é controlada por corte com recurso a alfaia capinadeira e com uma inter-cepas na linha do abrolhamento à colheita. As operações culturais realizadas obedecem às já utilizadas no resto da quinta (Anexo I). A parcela em estudo tem cerca de 3000 m² e compreende 12 bardos com cerca de 100 videiras cada (Figura 3).

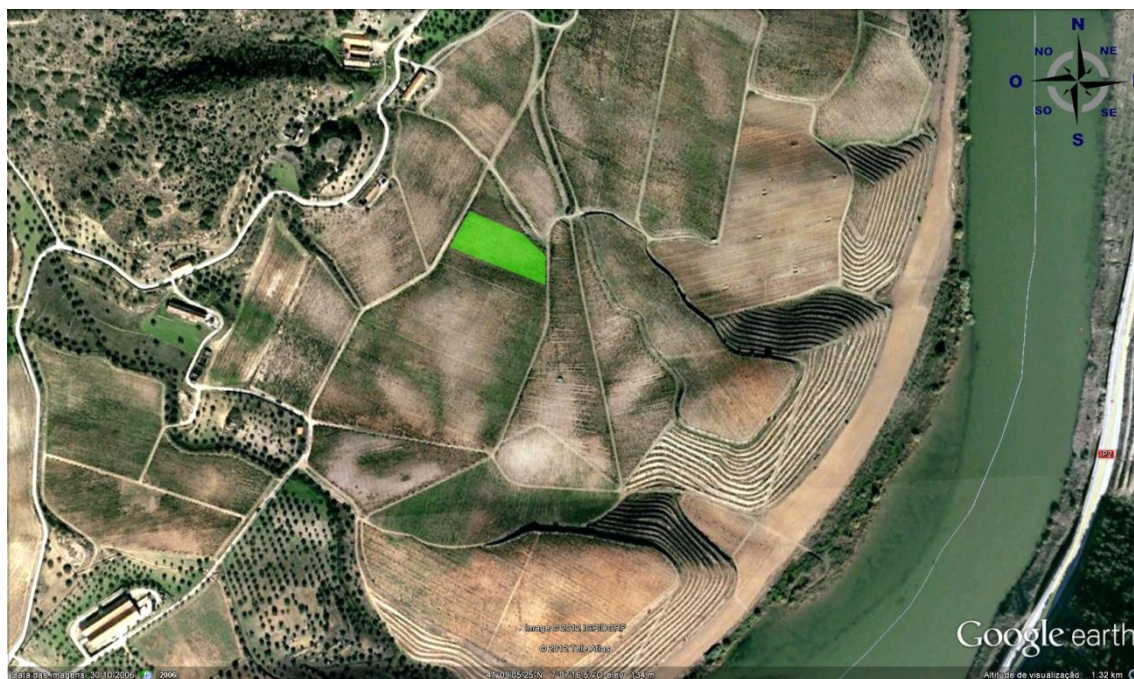


Fig. 3 – Fotografia aérea de parte das vinhas que constituem a Quinta do Vale Meão. O polígono a verde representa o delineamento da parcela do ensaio (Google Earth, 2012).

3.1.2. Solo

O solo é um areno-esquelético térmico Udalfic Arent de mistura (COBA, 1987; Soil Survey Staff, 2010) que apresenta as características próprias das alterações antropogénicas da plantação da vinha (Anexo II).

Segundo a análise de solo referente a 2010, a parcela em causa apresenta uma reação do solo próximo da neutralidade e um teor de matéria orgânica com nível médio (Anexo III).

3.1.3. Clima

As temperaturas médias anuais do ar da RDD têm um intervalo entre 10 e os 16°C (Anexo IV) e inserem-se, em grande parte, no grupo climático *Quente*, mas a sub-região do Douro Superior onde se encontra o ensaio pertence ao grupo climático *Muito*

Quente, como se deduz do valor do índice bioclimático Huglin com um valor de 3 012 (Pocinho) (Magalhães, 2008). Existe risco de ocorrência de stresse térmico pois o potencial heliotérmico da sub-região ultrapassa as necessidades para amadurecer as uvas (Sousa, 2010).

Segundo o balanço hídrico Thornthwaite, o clima do Douro Superior classifica-se DB'3 sa', ou seja, semi-árido, mesotérmico, com moderado excesso de água no Inverno e nula ou pequena concentração de eficiência térmica na estação quente (Magalhães, 2008).

Na RDD, a precipitação média é muito variável, entre os 400 milímetros na sub-região do Douro Superior e ultrapassando os 1200 milímetros na sub-região do Baixo Corgo (Anexo IV). Assim, o défice hídrico é moderado no Baixo Corgo e intenso no Cima Corgo e no Douro Superior (Moutinho-Pereira, 2000).

Uma estação meteorológica (PESSL iMetos1) *in situ* forneceu os dados horários de temperatura e humidade relativa do ar, radiação total, precipitação e velocidade do vento, havendo dados disponíveis a partir de Julho de 2010. Segundo os dados de três anos (2010, 2011 e 2012), constata-se uma gradual diminuição da precipitação de 2010 até 2012 (Figura 4). A precipitação para o ano agrícola de 2010/2011 foi de 683 mm e 356 mm em 2011/2012. A temperatura do ar para os referidos anos agrícolas foi mais homogénea com média de 16°C (Anexo V).

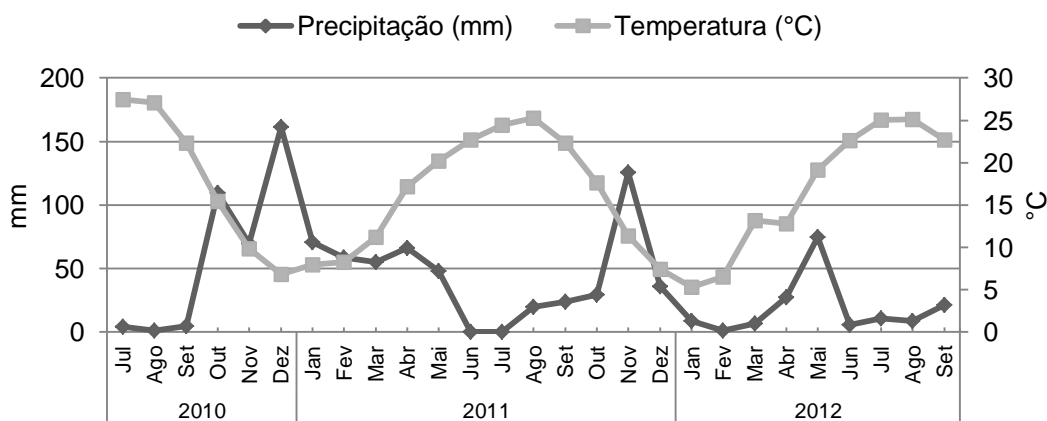


Fig. 4 – Ombrotérmico de Gaussen, 2011 e 2012.

A radiação solar apresenta os valores mais elevados nos meses de Junho a Agosto (Figura 5), coincidindo com os meses de baixa precipitação, ou seja, com a época estival. A conjugação destes fatores cria riscos que podem comprometer o equilíbrio de crescimento e desenvolvimento sustentável da videira e, consequentemente, da produção de vinho.

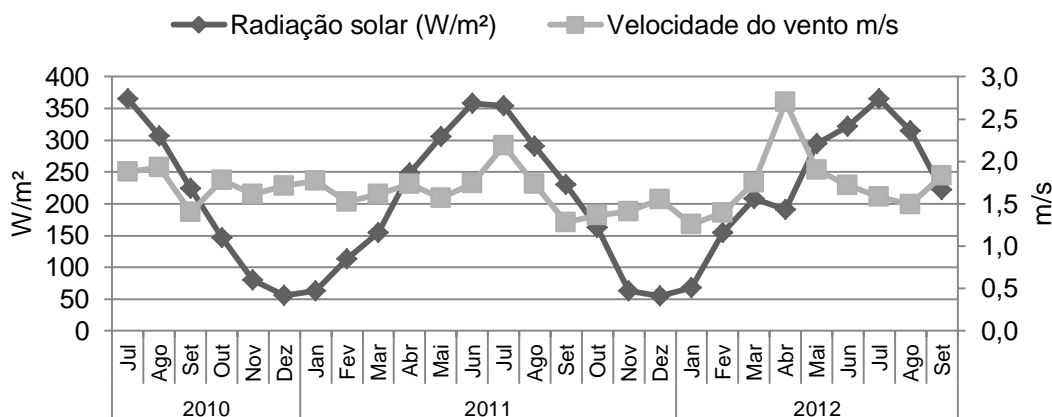


Fig. 5 – Média mensal da radiação solar e velocidade do vento 2010, 2011 e 2012.

A radiação solar foi superior em 2012 do que em 2011 enquanto a velocidade média do vento teve um padrão inverso o que pode ter contribuído para um aumento da temperatura do copado em 2012.

3.1.4. Material vegetal

A casta Touriga Nacional tem um ciclo vegetativo longo e um porte prostrado que origina dificuldades na condução em verde. O seu vigor elevado cria riscos de desavinho. Esta casta é muito sensível à escoriose e pouco sensível à cigarrinha verde (Magalhães, 2008).

O porta-enxerto 110R é um híbrido de *Vitis Berlandier x Rupestris* e está adaptado a regiões quentes e secas com solos pedregosos e baixa fertilidade. Sendo um porta-enxerto muito vigoroso imprime elevada produtividade, no entanto, esta não compromete a qualidade dos mostos produzidos pela casta enxertada (Magalhães, 2008).

3.1.5. Delineamento experimental

O sombreamento foi realizado por uma dupla banda de tela plástica branca (COTESI “MOVPROTECT”), produzida de monofilamento de polietileno de alta densidade, transparente e estabilizada à radiação Ultravioleta que reduz a radiação solar total ($k.W.m^{-2}$) em 25% e a radiação PAR ($mmol.s^{-1}$) em 27%. A tela foi colocada num plano vertical na face Sul do bardo (Figura 6), sombreando no terço inferior do copado que inclui a zona de frutificação. Em 2010 e 2011 a rede encontrava-se encostada ao copado e em 2012 acrescentou-se o sombreamento com rede distante cerca de 15 cm

do copado. O sombreamento atingiu dois períodos vegetativos distintos, o primeiro da floração à maturação e o segundo do pintor à maturação.



Fig. 6 – Rede de sombreamento. Colocada encostada ao copado (esquerda) e afastada 15 cm (direita).

Os tratamentos experimentais em 2010 e 2011 foram testemunha não sombreada (T), sombreamento da floração à maturação (SFM1), sombreamento do pintor à maturação (SPM1). Cada tratamento era constituído por 10 bardos localizados aleatoriamente (Anexo VI).

Em 2012 repetiram-se os tratamentos anteriores (T, SFM1, SPM1) e acrescentaram-se os seguintes:

- Testemunha regada (Tr)
- Sombreamento com rede a 15 cm do copado da floração à maturação (SFM2)
- Sombreamento com rede a 15 cm do copado do pintor à maturação (SPM2)
- Sombreamento com rede a 15 cm do copado da floração à maturação com rega (SFM3r)
- Sombreamento com rede a 15 cm do copado do pintor à maturação com rega (SPM3r).

Neste ano, foram aplicados 6 tratamentos com duas repetições distribuídas aleatoriamente, sendo os bardos regados separados dos não regados por duas linhas. A rega teve lugar da floração ao pintor com um débito médio diário de 4 mm.

3.2. Observações microclimáticas, morfológicas e fisiológicas

Nos anos de 2010 e 2011 foi medida continuamente desde a floração à maturação a temperatura do ar, a humidade relativa do ar, a radiação total e PAR acima do copado e as mesmas medições a que acrescia a temperatura junto ao ráquis do cacho dentro do copado junto à zona de frutificação em dois bardos, um sombreado e outro não sombreado. No ano de 2012 foi medida aleatoriamente a temperatura de quarenta folhas e cachos por tratamento com termómetro de infravermelhos (RAYTEMP 8, ETI

– Electronic Temperature Instruments) em quatro datas distintas (6 e 20 de Junho, 10 de Julho, 1 de Agosto e 19 de Setembro).

Nos anos de 2010 e 2011 foi medida aleatoriamente a área foliar total em dez plantas por tratamento com um medidor de área foliar de bancada (LICOR) à data de maturação. No ano de 2012 foi medida a área média das folhas em cinco datas distintas (6 e 20 de Junho, 11 e 31 de Julho e 23 de Agosto). Foram escolhidas aleatoriamente 40 folhas por tratamento e a área determinada na sua imagem digital (Rasband, s/data).

No ano de 2012, no dia 26 de Abril, encontrando-se a videira entre os estados **f** e **g**, cachos visíveis e cachos separados, segundo a escala de Baggiolini (1952), procedeu-se ao registo do número de olhos abrolhados e inflorescências para calcular:

- Percentagem de abrolhamento: $PA = \frac{N^{\circ} \text{ de olhos abrolhados}}{N^{\circ} \text{ de olhos deixados à poda}}$
- Índice de fertilidade potencial: $IFP = \frac{N^{\circ} \text{ de inflorescências}}{N^{\circ} \text{ de olhos abrolhados}}$

O critério utilizado para determinar cada estado foi a observação de que pelo menos 50% videiras tivessem atingido esse estado fenológico (Anexo VIII).

As dimensões do copado foram calculadas com base na média de 10 medições por unidade experimental, correspondendo à altura da sebe (H), largura da sebe na zona dos cachos (Lc) e largura da sebe no topo da vegetação (Lt). Estas medições foram realizadas nos estados fenológicos bago de chumbo, cachos fechados e pintor. A partir deste dados foi calculada a Superfície Foliar Exposta (SFE):

$$SFE = (2 \cdot H + W \text{ média}) \cdot 10000 / C$$

H – altura da sebe, que resulta da diferença entre a Altura Total e a Altura ao Solo obtendo-se, deste modo, a altura de folhagem (m);

W média – largura média da sebe, que resulta da média das larguras médias do topo, do nível dos cachos e do nível vegetativo (m);

C – largura da entrelinha (m).

Foi determinado o número de camada de folhas (NCF) pelo método “Point Quadrat”, (Smart e Robinson 1991).

- Número de camadas de folhas: $NCF = \frac{N^{\circ} \text{ total de folhas tocadas}}{N^{\circ} \text{ total de inserções}}$

- Percentagem de folhas interior: $PFI = \frac{N^{\circ} \text{ total de folhas interior}}{N^{\circ} \text{ total de folhas contactadas}} \cdot 100$
- Percentagem cachos interior: $PCI = \frac{N^{\circ} \text{ total de cachos interior}}{n^{\circ} \text{ total de cachos contactados}} \cdot 100$
- Percentagem de buracos: $PB = \frac{N^{\circ} \text{ total de buracos}}{N^{\circ} \text{ total de inserções}} \cdot 100$

Em 2010 foi medida a humidade relativa média, a PAR e a radiação total média através de 3 sensores da Skye Instruments. Em 2011 e 2012 foi medida a resistência estomática (gs) com um porómetro (AP4 DELTA-T Devices, Cambridge – UK) ao meio dia solar. As medições decorreram no pré pintor, pintor e maturação, em 20 folhas adultas do terço médio do pampano em cada unidade experimental.

Em 2012 foi avaliado o estado hídrico das videiras pelo seu potencial hídrico foliar (Ψ) (Scholander *et al.*, 1965) medido antes do nascer do sol (Ψ_{base}) e às 10, 14 ($\Psi_{\text{mínimo}}$) e 18 horas nas seguintes datas: 20 de Junho, 10 e 31 de Julho, em 23 de Agosto só foi medido o Ψ às 14 horas. Escolheram-se aleatoriamente em cada tratamento 3 folhas adultas, bem expostas e bom estado sanitário do terço superior dos sarmentos.

No início de 2012 (20 de Janeiro) registou-se a carga de poda do ano anterior. Foram contados os olhos que ficaram dormentes, varas e os ladrões, as varas podadas por videira e por tratamento com pelo menos 5 nós, sendo as restantes ignoradas (Smart e Robinson, 1991). Essas varas foram pesadas, usando uma balança digital. Com os dados obtidos calculou-se o peso médio por vara, o número médio de varas por videira e o peso médio de lenha de poda por videira.

3.2.1. Componentes da produção

3.2.1.1. Evolução da maturação

O controlo de maturação em 2012 foi realizado semanalmente após o pintor até à vindima. Colheram-se 200 bagos por tratamento, divididos em três sub-amostras para determinação do peso, volume, pH e total de sólidos solúveis (refractometria) de onde se calculou o álcool provável de cada uma delas. À vindima foram escolhidas aleatoriamente dez videiras por unidade experimental para determinação do número de cachos por videira, número de cachos com 30% ou mais de uva passa e produção

total por planta. Dos cachos colhidos retiraram-se três amostras de 200 bagos para análise do mosto, do peso e do volume médios dos bagos.

No mosto foram analisados os teores em ácido tartárico, ácido málico, as antocianas e extratibilidade das antocianas (OIV, 2005).

3.3. Análise estatística

Os dados foram trabalhados estatisticamente, recorrendo ao programa estatístico SPSS (IBM SPSS Statistic 20 for Windows), através de uma análise de variância das médias (ANOVA) em relação aos três níveis de tratamento em estudo, sombreamento junto ao copado, sombreamento a 15 cm do copado e sombreamento a 15 cm do copado com rega.

A disposição experimental foi feita num desenho completamente aleatório com um número de repetições distintas de acordo com cada variável e conforme indicado acima. A análise fatorial considerou os tratamentos como fator principal e a separação de médias, feita pelo método de Tukey com nível de significância $\alpha=0,05$.

4. Resultados 2010¹

4.1. Microclima do copado

A temperatura do ar, a humidade relativa e a radiação solar foram significativamente influenciados pela presença da rede.

Quadro 1 – Registo de médias das temperaturas do ar, humidade relativa, radiação solar e PAR 2010.

Parâmetros registados	Atmosfera	Não sombreada	Sombreada
Temperatura média do ar (°C)	26,60	27,47	27,53
Humidade relativa média (%)	41,30	37,84	36,75
Temperatura média junto ao ráquis (°C)	-	26,95	27,27
Radiação solar média (Kw.m ⁻²)	0,72	0,044	0,022
PAR média (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)	1,30	0,094	0,015

Os valores do quadro 1 mostram que a temperatura dentro do copado foi cerca de 3% mais elevada que a temperatura acima do copado. Dentro dos copados sombreados (SFM1 e SPM1) houve uma temperatura superior em cerca de 3,5% do que no copado não sombreado (T). As temperaturas mais elevadas reduziram a humidade relativa, como se verifica na modalidade sombreada (Quadro 1).

A redução da radiação total e da PAR são consequência esperada da rede.

4.2. Área foliar total

Na figura 7, verificam-se diferenças significativas na área foliar total à vindima entre as modalidades sombreadas e não sombreadas.

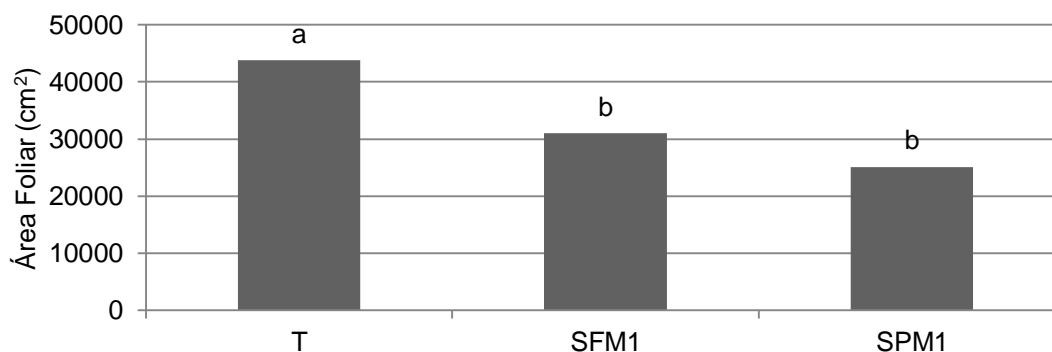


Fig. 7 – Área foliar total à vindima. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 10 medições por tratamento. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2010. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

¹ As tabelas de significância dos resultados, analisados estatisticamente, de 2010 encontram-se no Anexo X.

Constata-se uma redução de área foliar nos copados sombreados, onde se observavam muitas folhas secas. No entanto, não se verificavam diferenças visuais nas partes superiores não ensombradas dos copados de todas as modalidades.

4.3. Componentes da produção

O número de cachos entre tratamentos, em média de 24 a 26 (Anexo X, Quadro 1), não apresentou diferenças significativas, mas a produção total foi significativamente mais baixa para o tratamento T em relação aos outros (SFM1 e SPM1) (Figura 9).

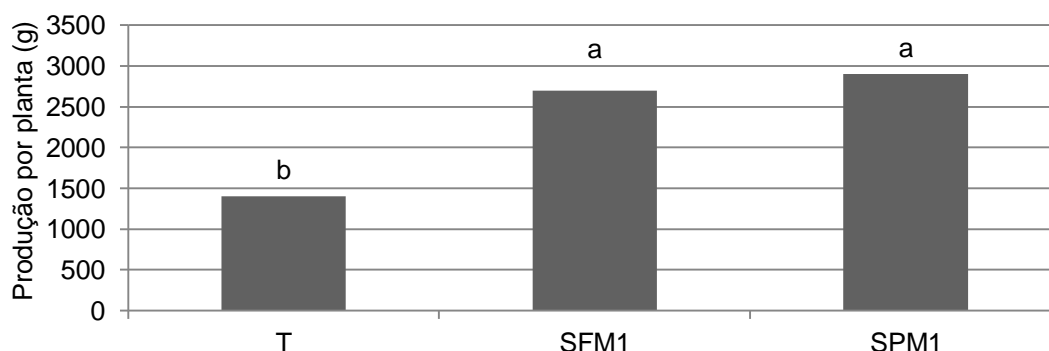


Fig. 8 – Produção por planta. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 10 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2010. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

As videiras sem sombreamento (T) tinham em média 9,3 cachos com pelo menos 30% de bagos desidratados, valor que era significativamente superior ao das videiras com sombreamento (SFM1 e SPM1) que tinham 4 e 4,7 cachos com bagos desidratados, respetivamente.

O peso e volume dos bagos da testemunha são significativamente mais baixos do que os das videiras com sombreamento entre as quais não houve diferenças significativas.

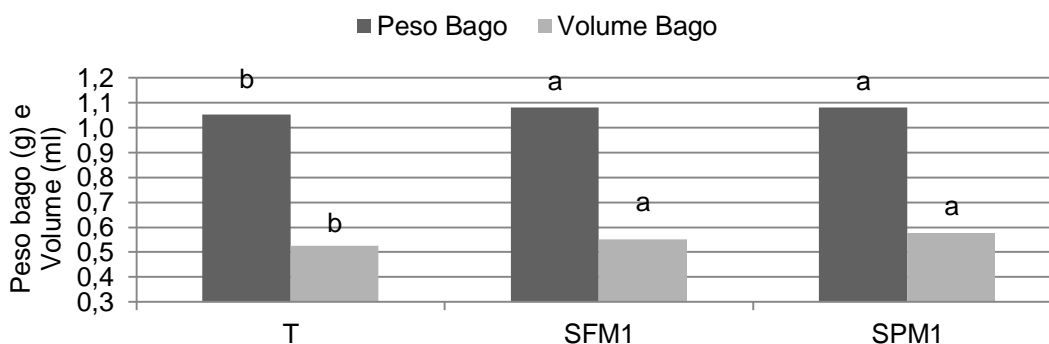


Fig. 9 – Peso e volume dos bagos. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 3 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2010. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

4.4. Análise físico-químicas

Na figura 10 estão representados os valores do álcool provável e da acidez total à maturação comercial, verificando-se que a acidez total teve menores valores no tratamento T e maiores no SPM1, no entanto, não existiram diferenças entre tratamentos T e SFM1 e entre SFM1 e SPM1. O álcool provável teve o seu valor mais baixo na modalidade T mas não significativamente diferente de SFM1. O valor mais elevado registou-se em SPM1 mas sem diferenças significativas de SFM1.

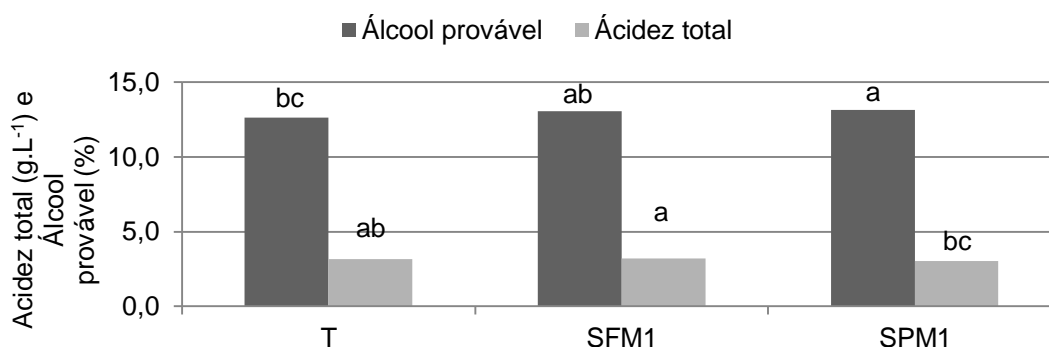


Fig. 10 – Acidez total (g.L⁻¹ equivalente em ácido tartárico) e álcool provável. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 3 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2010. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

A produção de antocianinas foi significativamente maior em T do que nos outros tratamentos entre os quais não se registaram diferenças significativas (Figura 11).

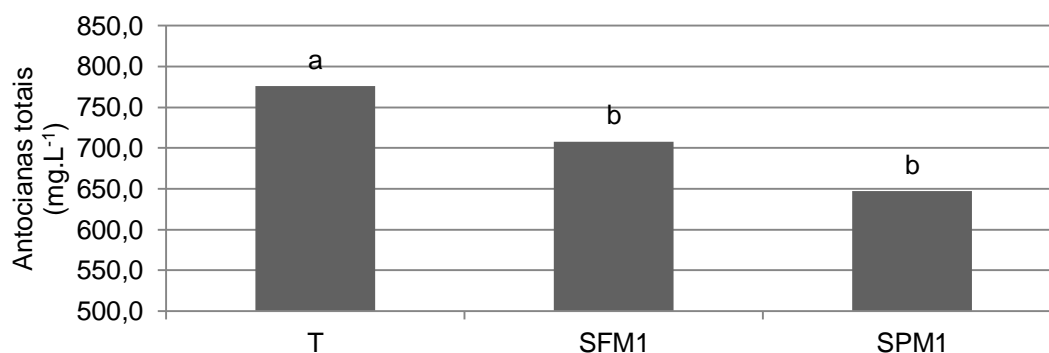


Fig. 11 – Antocianinas totais (mg.L⁻¹). **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 3 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2010. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

A concentração de ácido málico (Figura 12) no mosto proveniente da modalidade T foi significativamente superior à dos outros tratamentos (SFM1 e SPM1), que não diferem entre si.

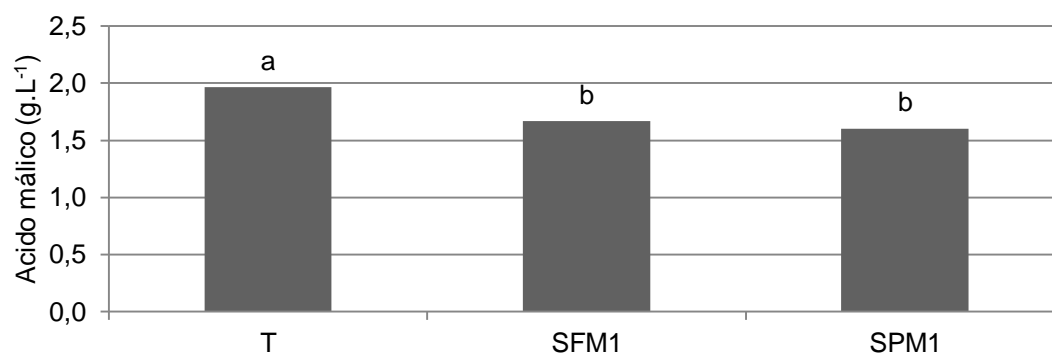


Fig. 12 – Ácido málico (g.L⁻¹). **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 3 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2010. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

5. Resultados 2011²

5.1. Registos ambientais

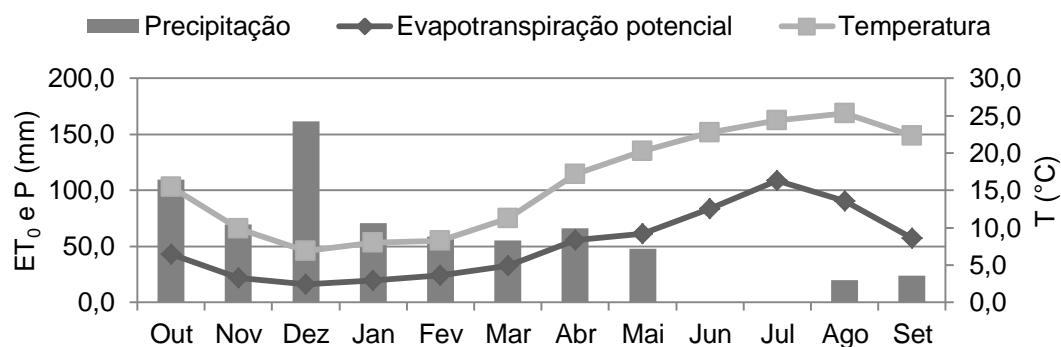


Fig. 13 – Registos mensais médios da precipitação (P), evapotranspiração (ET₀) e temperatura. Estação meteorológica Quinta Vale Meão 2011.

Verifica-se na figura 13 que, o mês de Julho registou as maiores temperaturas médias do ar e a menor precipitação. A radiação média solar foi de 0,354 Kw.m⁻², uma das mais elevadas, sendo a média anual de 0,199 Kw.m⁻², o que corresponde ao maior valor de evapotranspiração potencial.

5.2. Microclima do copado

A influência da rede no microclima do copado neste ano foi semelhante ao verificado no ano anterior como se pode ver no Quadro 2.

Quadro 2 – Registo de médias das temperaturas, radiação solar.

Parâmetros registados	Atmosfera	Não sombreada	Sombreada
Temperatura média do ar (°C)	23,9	-	-
Temperatura média das folhas no topo do copado (°C)	-	30,50	30,60
Temperatura média das folhas no terço inferior do copado (°C)	-	28,00	26,80
Temperatura média junto ao ráquis (°C)	-	29,10	28,20
Radiação solar média (Kw.m ⁻²)	0,35	-	-

Na análise do quadro 2 verifica-se que todos os tratamentos tiveram temperaturas superiores à atmosfera, e que os tratamentos sem rede apresentam temperaturas das folhas e junto ao ráquis superiores aos tratamentos com rede.

² As tabelas de significância dos resultados, analisados estatisticamente, de 2011 encontram-se no Anexo XI.

5.3. Área foliar

A área foliar total à vindima apresentou um padrão semelhante à verificada no ano de 2010 (Figura 14).

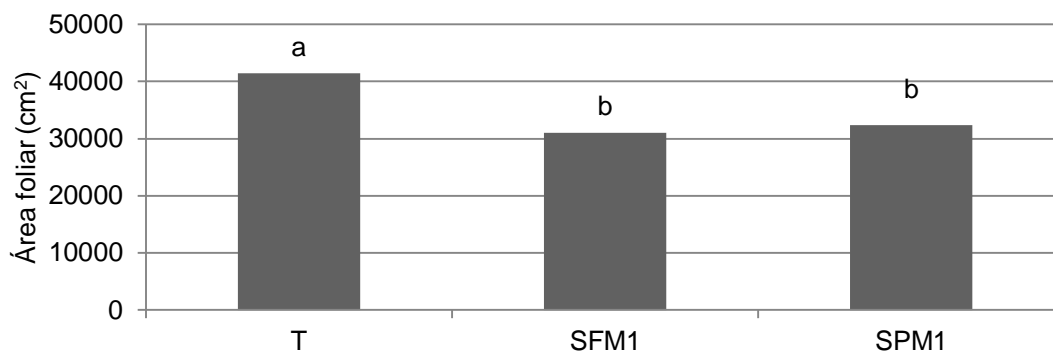


Fig. 14 – Área foliar total. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 10 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2011. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

As perdas de área foliar foram significativas nos copados com sombreamento mas sem diferenças significativas entre elas.

5.4. Resistência estomática

Na figura 15, a resistência estomática foi significativamente menor nos copados com sombreamento.

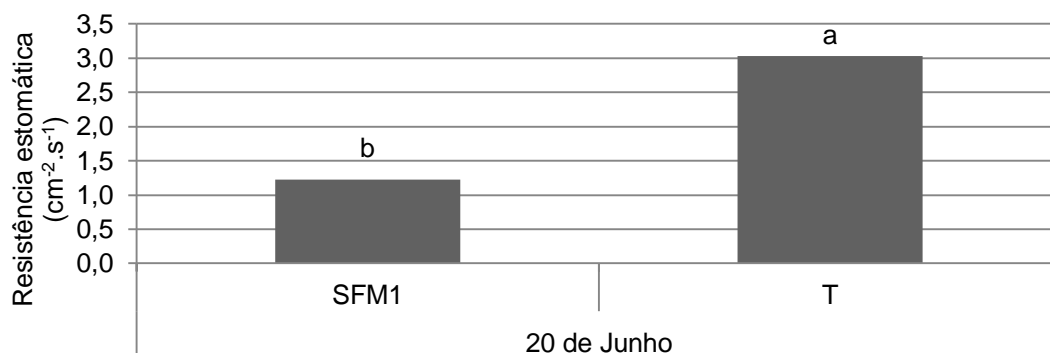


Fig. 15 – Resistência estomática. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação. Média de 10 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2011. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

5.5. Componentes da produção

A produção média por planta também neste ano foi inferior na testemunha mas não significativamente diferente para o tratamento SPM1 (Figura 16). O número médio de

cachos por planta foi em média de 23 e 24 sem diferenças significativas entre tratamentos (Anexo XI, Quadro 1).

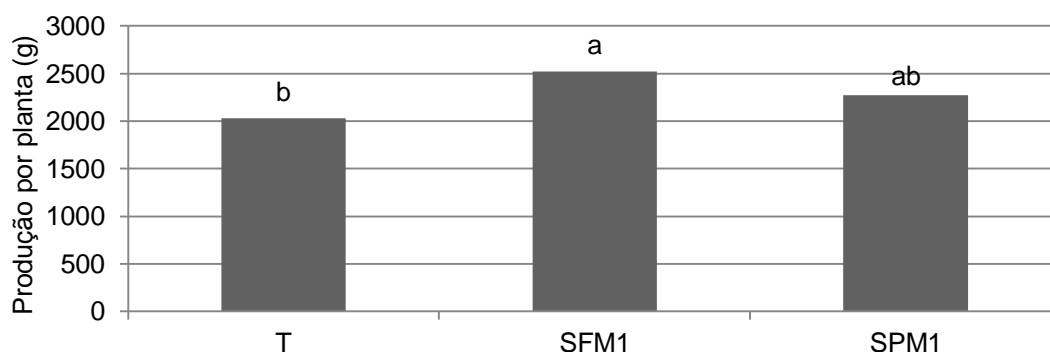


Fig. 16 – Produção por planta. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 10 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2011. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

À semelhança do que se verificou no ano anterior, as plantas sem sombreamento tinham um número de cachos com mais de 30% de bagos dissecados significativamente superior à das plantas com sombreamento (Figura 17).

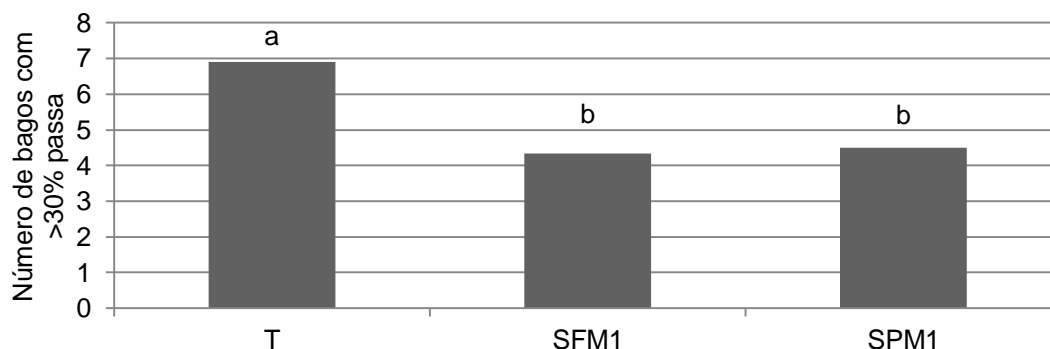


Fig. 17 – Número de cachos com mais de 30% de bagos dissecados. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 10 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2011. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

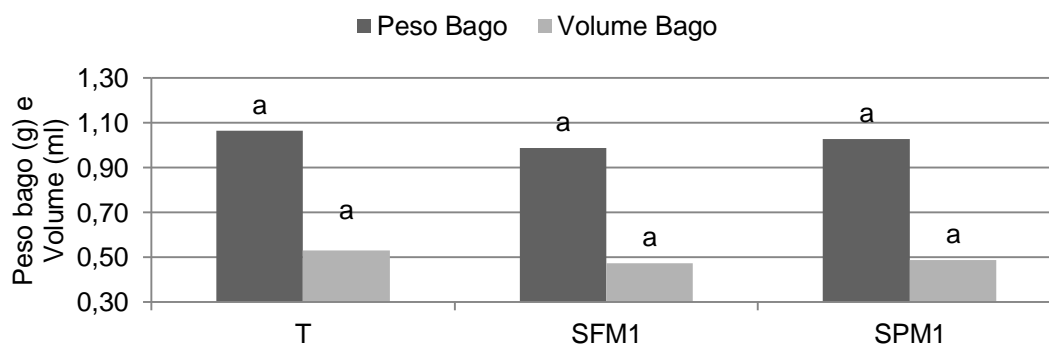


Fig. 18 – Peso do bago e volume. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** –

Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 3 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2011. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

Os parâmetros peso e volume médios dos bagos não revelaram diferenças significativas entre tratamentos (Figura 18).

5.6. Análises físico-químicas

De acordo com a figura 19, a acidez total e o álcool provável não se mostraram significativamente influenciados pelos tratamentos. O valor de álcool provável situou-se em cerca de 14% e a acidez total atingiu pouco mais de 2 g.L⁻¹ em equivalente de ácido tartárico.

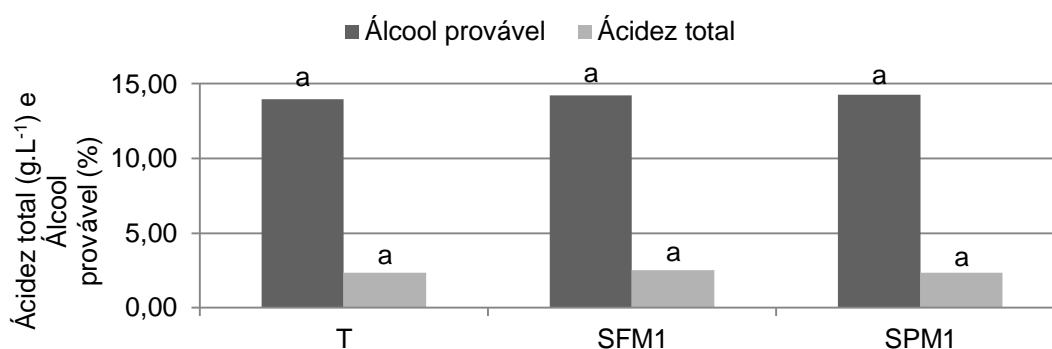


Fig. 19 – Acidez total (g.L⁻¹ equivalente de ácido tartárico) e álcool provável. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 3 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2011. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

A produção de antocianinas (Figura 20) apresentou resultados significativamente diferentes, nomeadamente no tratamento T relativamente aos outros que não exibiram diferenças significativas entre si. Estes resultados são semelhantes aos de 2010 (Figura 11).

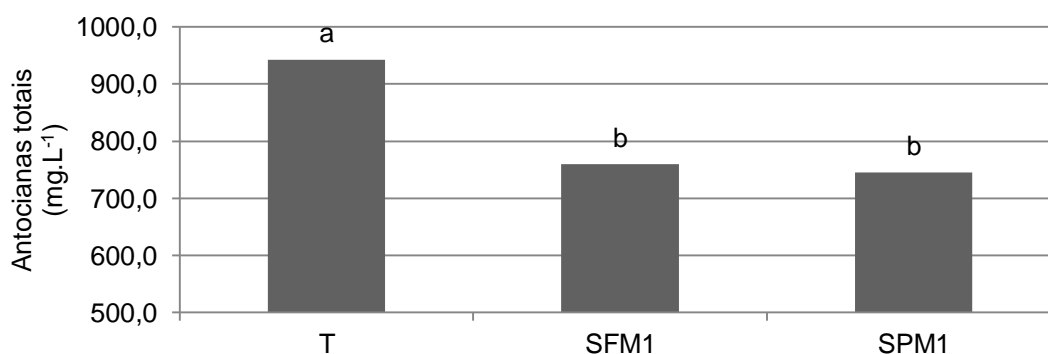


Fig. 20 – Antocianinas totais. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 3 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2011. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

A percentagem média da extratibilidade de antocianinas (%EA) decresce de T para SPM1 com um valor intermédio para SFM1 sem diferença significativa de T para SFM1 e deste para SPM1 (Figura 21).

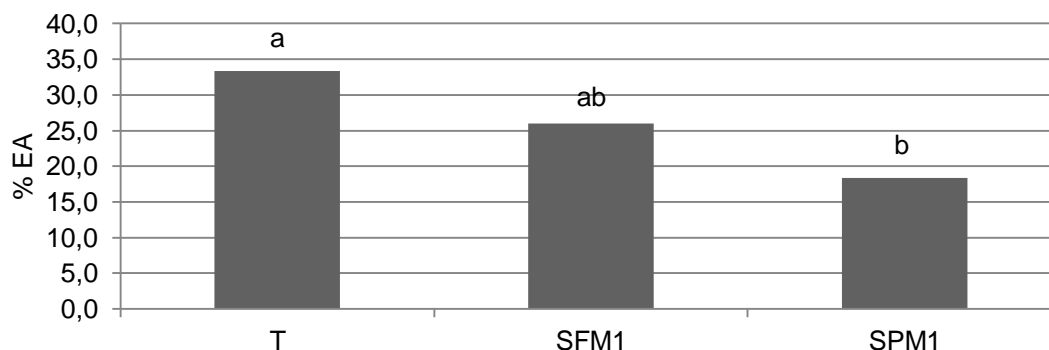


Fig. 21 – Percentagem média da extratibilidade das antocianinas. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 3 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2011. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

Outros parâmetros avaliados como o ácido málico, ácido tartárico, pH, índice de polifenóis, antocianinas extraíveis durante a vinificação e o índice de maturação fenólica das grainhas não apresentaram diferenças significativas entre tratamentos.

5.7. Expressão vegetativa e vigor

No quadro 3 estão representados os parâmetros que caracterizam a expressão vegetativa e o vigor dos três tratamentos em estudo do ano 2011. As variáveis analisadas não apresentaram diferenças significativas em função dos tratamentos de sombreamento.

Deve-se notar que o peso por vara, apresentou em todos os tratamentos valores superiores aos considerados como valores ideais (20 a 40g) por Smart e Robinson (1991), que configura uma situação de vigor excessivo, encontrando-se próximos dos valores considerados ideais para as condições do estudo (Queiroz, 2002).

Quadro 3 – Média dos tratamentos nos valores de vigor e expressão vegetativa. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Média de 3 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2011.

Modalidades	Nº varas/videira	Lenha de poda (Kg)	Peso/vara (g)
SFM1	12,85	1,211	71,5
SPM1	13,08	1,354	91,4
T	13,73	1,270	75,1
<i>Sig.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

6. Resultados 2012³

6.1. Registos climáticos

O ano de 2012 apresenta uma variação climática apreciável em relação à média de 30 anos 1931- 1960 (Figura 22).

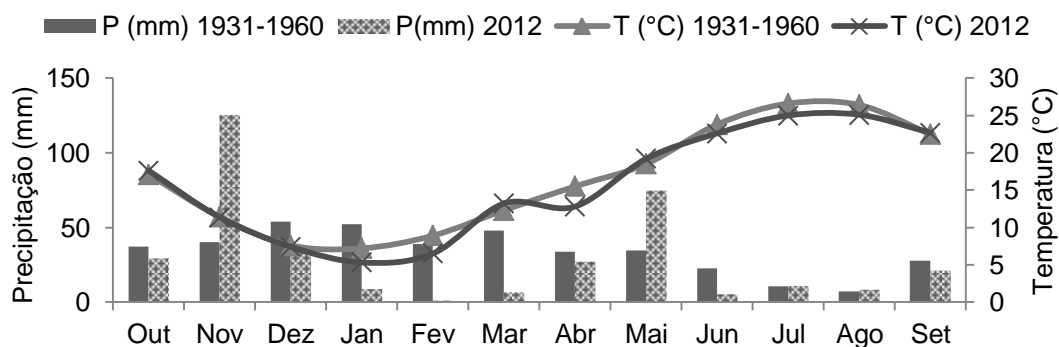


Fig. 22 – Médias mensais das temperaturas e precipitação. Fontes: IMG normais climatológicas série 1931-1960 Pocinho; Estação meteorologia da Quinta Vale Meão.

No ano vitícola de 2012 a precipitação foi inferior à média de 30 anos com 164,8 mm e 275,4 mm respetivamente entre Janeiro e Setembro. No entanto, no mês de Maio a precipitação foi significativamente superior à média dos últimos 30 anos onde a precipitação correspondeu a 45% do total entre Janeiro a Setembro. Esta precipitação ocorreu durante o período de floração da vinha o que pode tê-la prejudicado e causado algum desavinho mas ajudou a aliviar a possível carência hídrica do Verão. As chuvas de Inverno, ficaram abaixo da média o que comprometeu a recarga da água do solo para o início do ciclo vegetativo. A precipitação do ano anterior (2011) foi a mais alta do que a média dos últimos 30 anos, em que o somatório das médias de precipitação de Novembro e Dezembro foi de 161,4 mm (Figura 4) o que minimizou a falta de pluviosidade no início do ano de 2012.

A temperatura média em 2010, foi gradualmente mais baixa do que a média de comparação, com 18,0°C para a média dos 30 anos e 16,9°C para 2012 (quadro 22). Em Março e Abril, meses em que teve o início e se completou o abrolhamento, verificou-se uma subida da temperatura do ar de 0,9°C em Março e uma descida de 2,7°C em Abril comparativamente com as médias dos últimos 30 anos. Esta descida de temperatura originou um atraso da evolução fenológica.

³ As tabelas de significância dos resultados, analisados estatisticamente, de 2012 encontram-se no Anexo XII.

Quadro 4 – Comparação entre médias da Temperatura (°C) e da Precipitação (mm) para o período de dormência e de crescimento e para a média do ano 2012 e da média de 30 anos (1930-1961).

	Ano	Repouso Vegetativo (1 Jan. a 31 Mar.)	Crescimento (1 Abr. a 30 Set.)	Valores totais (1 Jan. a 30 Set.)
Temperatura média (°C)	2012	8,3	21,2	16,9
	1930/1961	9,5	22,2	18,0
Somatório de precipitação (mm)	2012	16,6	148,2	164,8
	1930/1961	139,1	136,3	275,4

Em suma, pode-se afirmar que o ciclo vegetativo de 2012 foi mais frio e mais seco do que a média (1930-1961).

6.2. Fenologia

Os registos fenológicos seguiram a escala de Baggiolini (anexo IX). No quadro 5 onde se registam as datas em que se alcançaram os diversos estados fenológicos em 2012, verificou-se que o desenvolvimento fenológico foi mais tardio do que em anos anteriores.

Quadro 5 – Datas de registos dos estados fenológicos de referência.

Datas	Estado fenológico
10 Abril	Abrolhamento
20 Maio	Floração
25 Julho	Pintor
18 Setembro	Maturação comercial/Colheita

6.3. Abrolhamento e Fertilidade

No quadro 6 estão representados os valores médios da carga à poda, percentagem de abrolhamento e índice de fertilidade potencial (I.F.Potencial) para cada um dos tratamentos.

Constata-se que a percentagem de abrolhamento e o índice de fertilidade potencial não diferem significativamente entre tratamentos. A carga à poda difere significativamente entre os tratamentos SFM1 e SPM3r e entre SFM2 e SPM3r, isto é, o número de olhos deixados à poda não é homogénea entre eles. Estas diferenças são devidas fundamentalmente a poda de Inverno que é realizada segundo o critério do podador em relação ao vigor de cada planta. Desta forma, as diferenças

estatísticas referem-se às diferenças entre as modalidades mais vigorosas e as menos vigorosas, ou seja, a carga 9,80 (SPM3r) e as 12,04 (SFM1), 12,00 (SFM2) respetivamente. Por outro lado, a constatada homogeneidade da percentagem de abrolhamento e o próprio índice de fertilidade potencial minimizam a relevância da existente diferença estatística em modalidades na carga à poda.

Quadro 6 – Carga à poda, número de inflorescências, % de abrolhamento e índice de fertilidade potencial. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 20 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012.

Modalidade	Carga à poda	% Abrolhamento	I.F. Potencial
SFM1	12,0 ^a	83,0	1,5
SPM1	11,5 ^{ab}	87,4	1,7
SFM2	12,0 ^a	81,7	1,7
SPM2	10,0 ^{ab}	87,4	1,6
SFM3r	10,5 ^{ab}	89,9	1,6
SPM3r	9,8 ^b	89,2	1,5
T	11,0 ^{ab}	87,0	1,6
<i>Sig.</i>	*	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>

Igual superescrito significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05})

O índice de fertilidade potencial representa o número de inflorescências por olho abrolhado. A média total foi de 1,6 e as modalidades apresentam valores muito homogéneos, representando videiras equilibradas.

Estes valores sugerem de que o rendimento final nos diferentes tratamentos não foi condicionado pelas características bióticas das videiras mas sim pelos fatores abióticos durante o ciclo vegetativo.

6.4. Estrutura do coberto vegetal

6.4.1. Área média das folhas

A área média das folhas (AMF) e o crescimento das varas são resultado do vigor, uma vez que refletem a velocidade de crescimento e a sua duração, em relação à capacidade de síntese de substâncias metabólicas (Champagnol, 1984).

A AMF registada no dia 6 de Junho (à floração) foi de cerca 170 cm² não se verificando, nesta fase, diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 23). Após a floração existem diferenças significativas entre os tratamentos sem rede e sem rega (T) em relação aos tratamentos com rega.

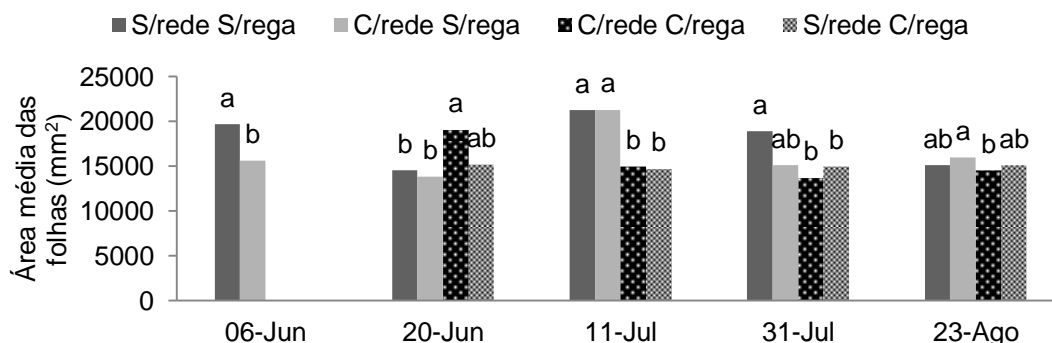


Fig. 23 – Evolução da área média das folhas total por datas nas diferentes modalidades do ensaio: com rede sem rega (**SFM1**, **SPM1**, **SFM2**, **SPM2**), sem rega sem rede (**T**), com rega com rede (**SFM3r**, **SPM3r**) e sem rede com rega (**Tr**). Média de 10 medições por tratamento. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

Os tratamentos sem rega têm a área média das folhas máxima no dia 11 de Julho (pré-pintor) atingindo cerca de 213 cm² (T e SFM1), sendo esta data precedida pelo registo da mais baixa área foliar com cerca de 140 cm² (T e SFM1) em 20 de Junho.

Nos tratamentos com rega atingiu-se o valor máximo nas plantas sombreadas com cerca de 190 cm² no dia 20 de Junho.

Não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos com a rede.

6.4.2. Dimensão do coberto vegetal

No quadro 7 estão representadas as médias e os respetivos níveis de significância da altura da vegetação, largura ao nível dos cachos, largura média da sebe e a SFE determinados ao pintor (31 de Julho).

Quadro 7 – Dimensões médias da sebe ao pintor (31 de Julho). **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 10 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012.

Modalidades	Altura da vegetação (cm)	Largura nível dos cachos (cm)	Largura média	SFE (m ² /ha)
SFM1	118,7 ^{bc}	52,6 ^{bc}	44,4 ^{bc}	12806,8 ^{cd}
SPM1	121,7 ^{bc}	51,0 ^c	41,5 ^c	12947,7 ^{bcd}
SFM2	107,2 ^d	59,8 ^{bc}	45,6 ^{abc}	11815,9 ^d
SPM2	110,8 ^d	51,3 ^c	39,4 ^{bc}	11863,6 ^d
T	114,6 ^{cd}	52,2 ^c	42,2 ^{bc}	12329,5 ^{cd}
SFM3r	141,0 ^a	69,4 ^a	53,8 ^a	15263,6 ^a
SPM3r	135,8 ^{ab}	63,8 ^{ab}	48,2 ^{ab}	14536,3 ^{ab}
Tr	130,2 ^{ab}	57,8 ^{bc}	47,0 ^{abc}	13970,4 ^{abc}
Sig.	*	*	*	*

Igual superescrito significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

No que se refere aos dados nos diferentes parâmetros de avaliação constata-se que existem diferenças significativas em todos os parâmetros.

A altura da vegetação, a largura ao nível dos cachos, a largura média e o SFE mostram que os tratamentos regados (SFM3r, SPM3r e Tr) diferem significativamente dos não regados (SFM1, SPM1, SFM2, SPM2 e T).

As plantas sombreadas do pintor à maturação (SPM1, SPM2) e Testemunha (T) não diferem significativamente, como também não diferem o SPM3r e Tr.

Pode afirmar-se que a rega teve uma influência significativa na geometria do coberto vegetal, originando uma maior expressão vegetativa. O sombreamento não resultou em diferenças significativas na expressão vegetativa.

6.4.3. Número de camadas de folhas

No quadro 8 apresentam-se os resultados da densidade foliar do copado ao pintor. O copado de SFM3r era mais denso (altos valores de NCF e menos porosidade) do que os copados das restantes. Desta forma, a referida modalidade SFM3r foi o tratamento onde a percentagem de camadas de folhas interiores foi mais elevada. A percentagem de cachos em posição interior observa-se, que entre os tratamentos sem rega, a percentagem de maior valor é da testemunha com 51,4% de cachos no interior. Os valores mais elevados foram observados nos tratamentos sem rega e com rede a 15 cm do copado.

Globalmente, a percentagem de cachos interiores são sempre superiores à percentagem de cachos expostos.

Quadro 8 – Valores médios do nº de camadas de folhas (NCF), percentagens de cachos e folhas interiores, percentagens de cachos expostos e porosidade a 31 de Julho (Pintor). **T** – Testemunha; **T (15cm)** – Testemunha com rede a 15 cm; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 10 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012.

Modalidades	NCF Zona de frutificação	% Folhas Interiores	%Cachos Interiores	% Cachos Expostos	% Porosidade
SFM1	2,3	40,0	34,8	17,4	30,0
SPM1	1,6	29,8	31,3	12,5	20,0
T	1,9	29,2	51,4	13,5	20,0
SFM2	1,3	23,1	46,2	23,1	20,0
SPM2	1,4	21,2	35,7	35,7	20,0
T (15cm)	1,4	25,3	46,4	21,4	10,0
SFM3r	1,9	40,0	42,1	5,3	10,0
SPM3r	1,6	40,8	18,8	25,0	20,0
Tr	1,8	39,5	40,0	8,6	20,0

Nota: Dados não tratados estatisticamente.

O sombreamento influenciou a densidade do copado bem como a exposição de cachos na videira, principalmente com a rede instalada a 15 cm.

6.5. Determinações fisiológicas

6.5.1. Potencial Hídrico foliar

Na figura 24 apresentam-se os dados do Ψ_f nos dias 20, 10 de Julho e 31 de Julho. O Ψ_f teve uma variação esperada com valores menos negativos antes do amanhecer Ψ_b , que se tornam progressivamente mais negativos, atingindo o valor mínimo pelo meio dia solar. O potencial recupera durante a tarde e pelas 18 horas já se verifica um valor mais elevado. Nos tratamentos regados (SFM3r e Tr), existem diferenças significativas em relação aos não regados (SFM1, SFM2 e T) com Ψ_f menos negativo ao longo do dia. A rega foi o fator determinante na definição do potencial hídrico foliar.

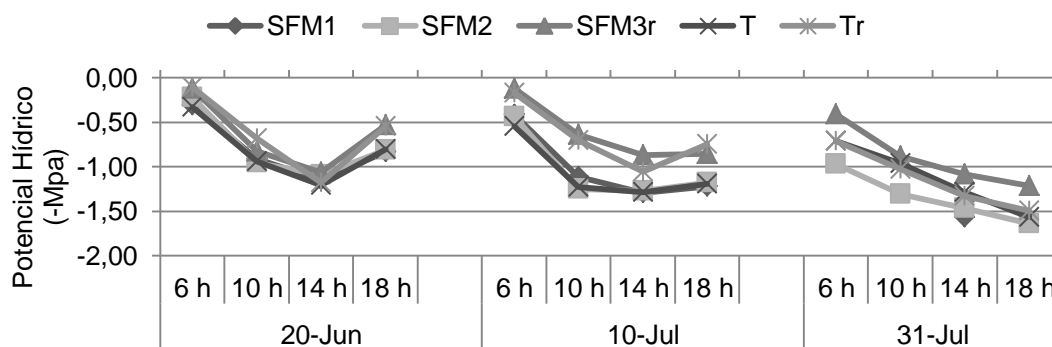


Fig. 24 – Evolução diária do potencial hídrico foliar ao pré-pintor. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012.

A evolução do potencial hídrico foliar medido em quatro datas do ciclo vegetativo (20 de Junho, 10 e 31 de Julho e 23 de Agosto) pode ser observada na figura 25. Como se esperava, os valores são consecutivamente mais negativos.

A variação sazonal também indica que as plantas regadas mantêm, sistematicamente, um estado de hidratação superior às não regadas. O sombreamento não afetou o estado hídrico das plantas.

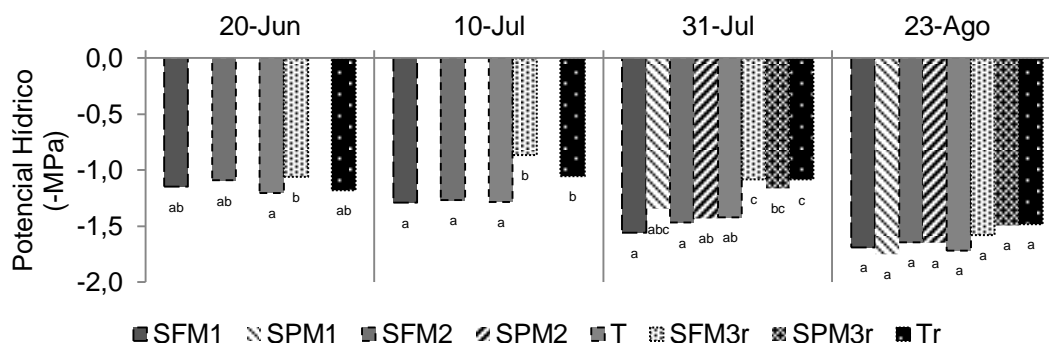


Fig. 25 – Potencial hídrico foliar ao meio dia solar. **T** – Testemunha; **T** (15cm) – Testemunha com rede a 15 cm; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 3 medições por modalidade e por hora. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

6.5.2. Condutância estomática

Na figura 26 estão representados os valores da condutância estomática (gs) medidas ao meio dia solar em três datas do ciclo vegetativo (20 de Junho, 10 de Julho e 1 de Agosto) e os correspondentes valores de Ψ_f .

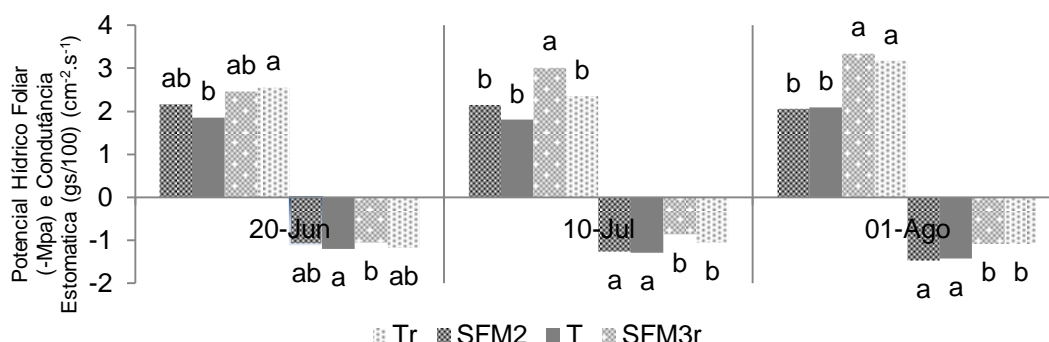


Fig. 26 – Condutância estomática e potencial hídrico foliar ao meio dia solar. **T** – Testemunha; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

Os tratamentos regados (SFM3r e Tr) apresentam gs superior aos não regados sobretudo em períodos mais avançados do ciclo vegetativo. O sombreamento não teve efeito significativo em gs. As condutâncias mais elevadas correspondem, grosso modo, às plantas com valores Ψ_f menos negativos.

6.5.3. Temperatura das folhas e bagos

Na figura 27 encontram-se representadas as temperaturas das folhas ao meio dia solar entre tratamentos e respetivas datas de medição.

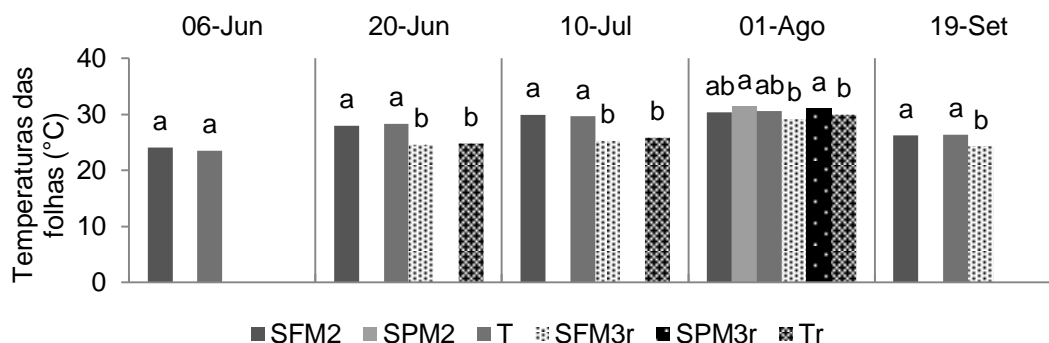


Fig. 27 – Temperaturas médias das folhas ao meio dia solar. **T** – Testemunha; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 20 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

A temperatura das folhas é significativamente mais baixa nas plantas regadas do que nas não regadas. Este padrão não se verifica claramente na medição de 1 Agosto. A temperatura das folhas das plantas sombreadas não apresenta diferença significativa em relação às não sombreadas.

Na figura 28 encontram-se representados os valores registados das temperaturas dos bagos nos diferentes tratamentos.

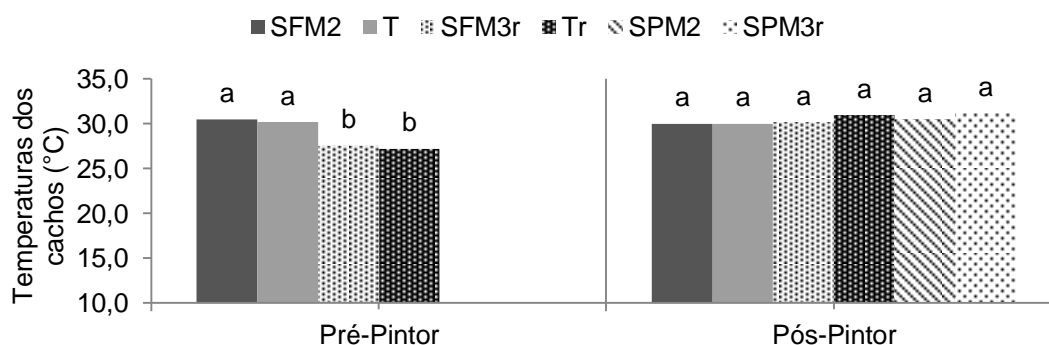


Fig. 28 – Temperaturas médias dos cachos ao meio dia solar. **T** – Testemunha; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 20 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

Pela observação da figura supramencionada verifica-se que, no estado pré-pintor, há uma significativa baixa de temperatura do bago entre os tratamentos regados (SFM3r e Tr) e os não regados (SFM2 e T) em cerca de $\pm 3,0^{\circ}\text{C}$. Tal como se verificou nas folhas, a temperatura do bago não apresentou diferença significativa entre plantas

sombreadas e não sombreadas. No estado pós-pintor as temperaturas foram semelhantes em todos os tratamentos.

Desta forma, ao observar a figura 29 com a evolução das temperaturas (folhas e cachos) após o pintor verifica-se que, nos tratamentos com rega a temperatura das folhas é sempre inferior às dos cachos (-1,2°C) o que acontece, de forma inversa, nos tratamentos sem rega.

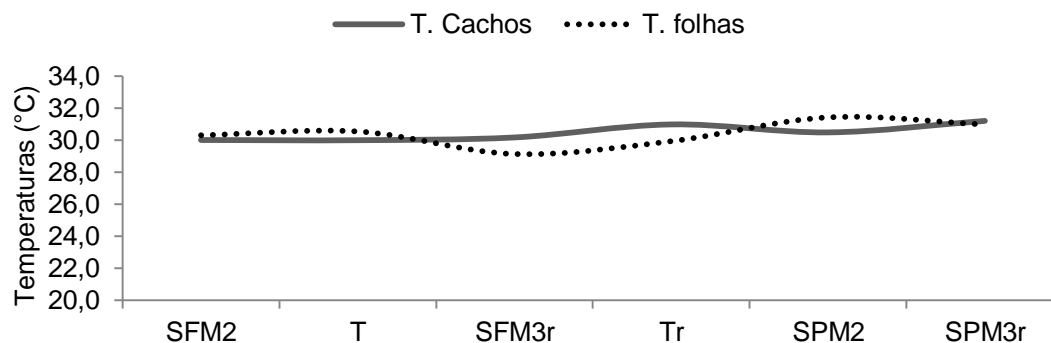


Fig. 29 – Evolução da temperatura média das folhas e dos cachos no estado pós-pintor (1 de Agosto). **T** – Testemunha; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 20 medições por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012.

A diferença da temperatura média do ar e a temperatura média das folhas (balanço térmico), apresentado na figura 30 mostra-nos que as modalidades com rega têm um balanço positivo e as modalidades sem rega têm um balanço negativo.

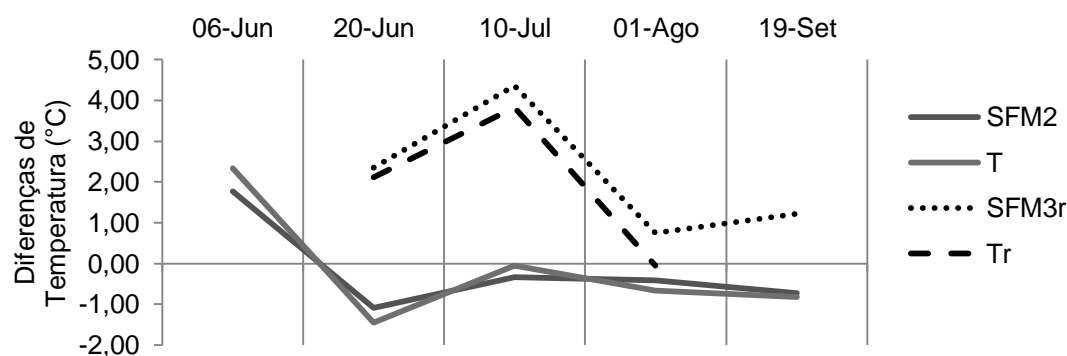


Fig. 30 - Balanço térmico entre a temperatura média do ar e a temperatura média das folhas nas diferentes datas e tratamentos. **T** – Testemunha; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012.

As modalidades SFM3r e Tr têm temperaturas médias das folhas sempre abaixo da temperatura média do ar e as modalidades sem rega têm valores de temperatura das folhas acima das temperaturas do ar exceto em 6 Junho onde o balanço é positivo.

Desta forma os dados fazem sobressair a influência da rega nas temperaturas o que se traduz em diferenças significativas.

6.6. Componentes da Produção

Na figura 31 estão representadas as produções por hectare dos últimos 10 anos da parcela onde se insere o presente ensaio na Quinta do Vale Meão e onde os tratamentos com rede de sombreamento correspondem aos anos 2010, 2011 e 2012. Ao longo destes 10 anos existiram variações na produção onde as maiores produções corresponderam a anos mais chuvosos como o de 2010 com cerca de 6 t.ha⁻¹. As menores produções correspondem a anos menos chuvosos como o caso de 2006 com 2,70 t.ha⁻¹ e 2012 com 3,30 t.ha⁻¹. A média de produção dos últimos 10 anos foi de cerca 4,17 t.ha⁻¹ (linha a tracejado na figura 31).

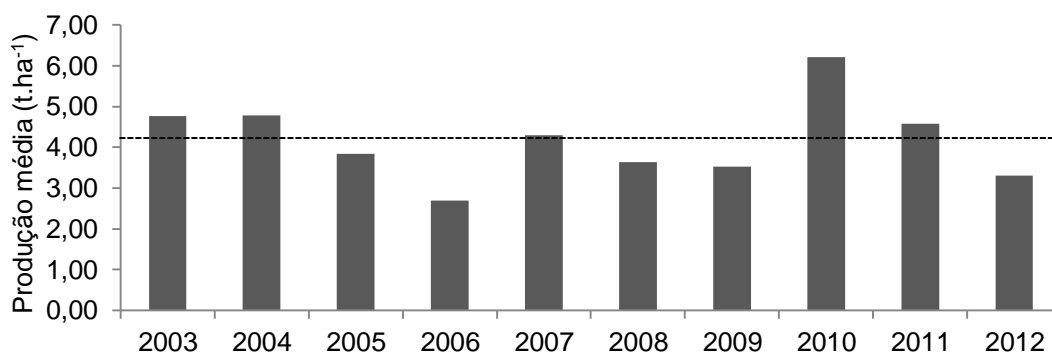


Fig. 31 – Evolução da produção média nos últimos 10 anos da parcela onde se insere o ensaio, com 50% das linhas sombreadas a partir de 2010. A linha tracejada corresponde à média dos 10 anos.

O número de cachos por videira, apresentado na figura 32, não apresentou diferença significativa entre tratamentos.

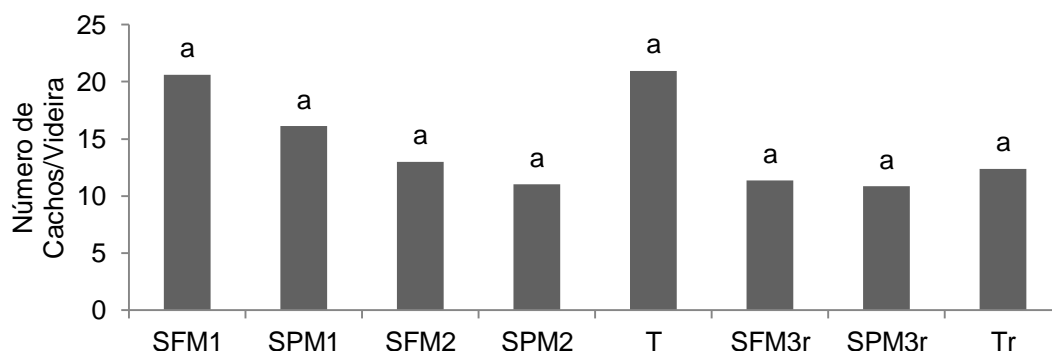


Fig. 32 – Número médio de cachos por videira à vindima. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 8 videiras vindimadas por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

A produção por videira foi significativamente diferente entre tratamentos tendo o maior valor sido atingido no tratamento SFM1 seguido do SPM1 com respetivamente 1,7 Kg e 1,1 Kg por videira (Figura 33). Os restantes tratamentos não apresentaram diferenças significativas

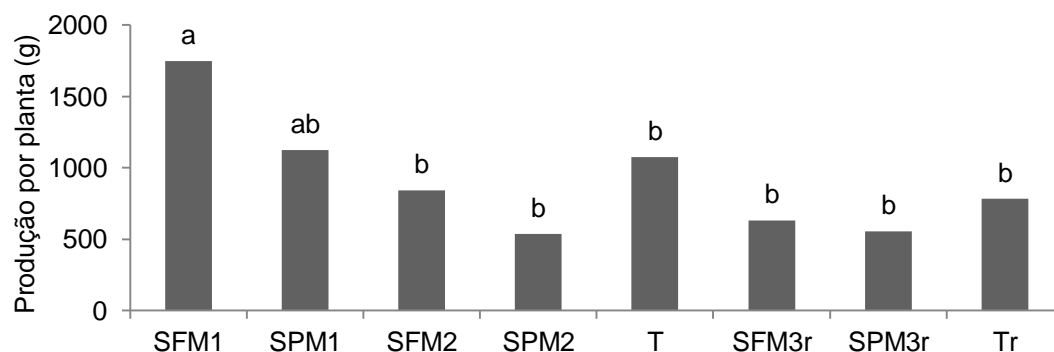


Fig. 33 - Produção média por videira. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 8 videiras vindimadas por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

Na figura 34 apresentam-se os registos da percentagem de passas por tratamento e verifica-se que, os tratamentos regados têm uma percentagem significativamente mais elevada de passas (entre 32 e 45%) em relação aos não regados (entre 9 e 19%), o que pode explicar a baixa produção das mesmas.

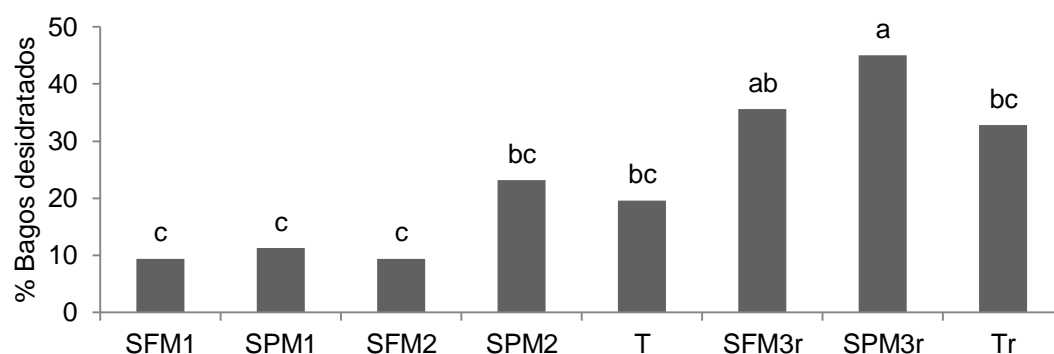


Fig. 34 – Percentagem média de passas por videira à vindima. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 8 videiras vindimadas por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

Desta forma os referidos parâmetros vão influenciar o rendimento da vinha onde se espera que a modalidade com maior produção e menor percentagem de passas tenha

maior rendimento por hectare. No quadro 9 é apresentado o rendimento (t.ha^{-1}) entre tratamentos.

Quadro 9 – Rendimento médio. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 8 videiras vindimadas por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

Tratamento	Rendimento (t.ha^{-1})
SFM1	7,9 ^a
SPM1	5,1 ^{ab}
SFM2	3,8 ^b
SPM2	2,4 ^b
T	4,9 ^b
SFM3r	2,9 ^b
SPM3r	2,5 ^b
Tr	3,6 ^b
Sig.	*

Constatou-se que a modalidade SFM1 é a que tem um maior rendimento (t.ha^{-1}), com diferenças significativas das restantes modalidades, exceto da SPM1.

6.6.1. Evolução da maturação

O peso médio do bago (Figura 35) teve uma diferença significativa entre os tratamentos regados SFM3r, SPM3r, Tr e os tratamentos não regados SFM1, SPM1, SFM2, SPM2 e T. Estas últimas com um peso por bago sempre inferior, o que demonstra a influência da variável rega no peso por bago.

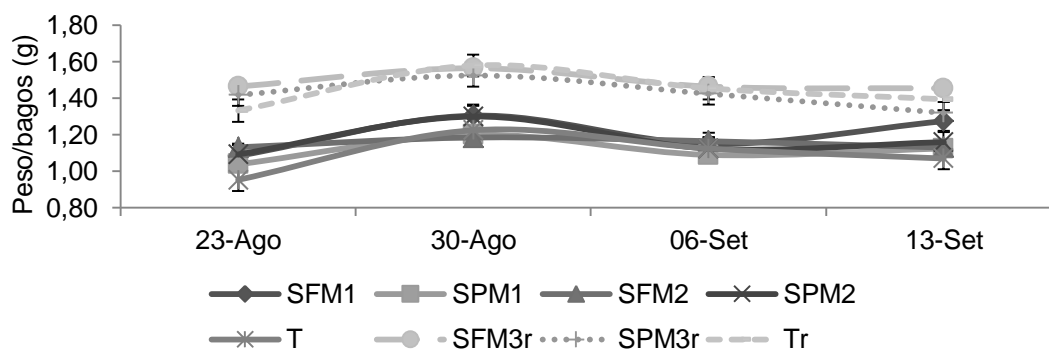


Fig. 35 – Evolução do peso do bago entre o início da maturação (23 e 30 de Agosto) e a vindima (13 de Setembro). **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Barras indicam erro padrão.

Na figura 36, apresentam-se os resultados referentes ao volume dos bagos verificando-se que não houve diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos, ainda que tendencialmente o volume seja superior nas modalidades regadas.

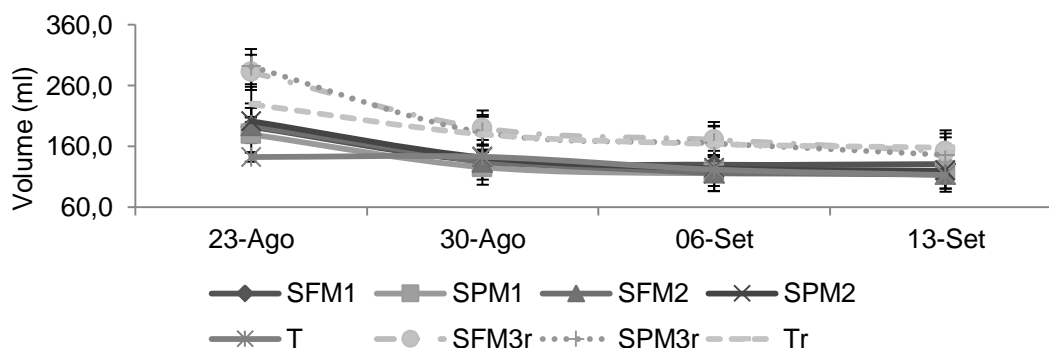


Fig. 36 – Evolução do volume dos bagos entre o início da maturação (23 e 30 Agosto) e a vindima (13 de Setembro). **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Barras indicam erro padrão.

6.6.2. Análise química do mosto

O teor de álcool provável (TAP) evoluiu com seria de esperado com um aumento gradual ao longo da maturação mas sem diferença significativa entre tratamentos (Figura 37) (Anexo XII, Quadro 8).

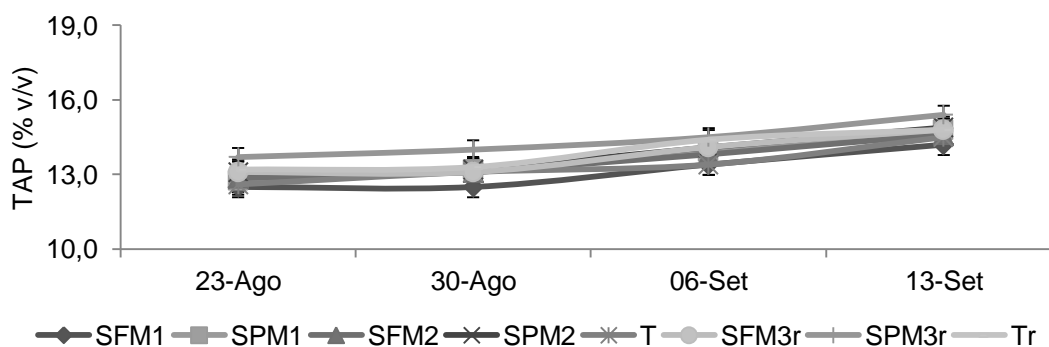


Fig. 37 – Evolução do teor de álcool provável entre o início da maturação (23 e 30 Agosto) e a vindima (13 de Setembro). **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Barras indicam erro padrão.

Relativamente ao pH, verificou-se um aumento progressivo ao longo da maturação sem diferenças significativas entre tratamentos, apresentando valores na ordem de 3,75 à vindima (Figura 38).

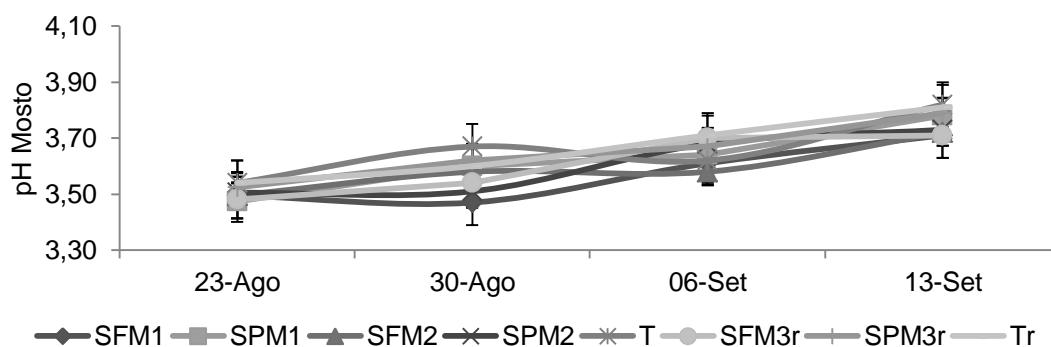


Fig. 38 – Evolução do pH entre o início da maturação (23 e 30 Agosto) e a vindima (13 de Setembro). **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Barras indicam erro padrão.

Na acumulação total de antocianinas não se verificou nenhuma diferença significativa entre as diferentes modalidades de tratamento (Figura 39).

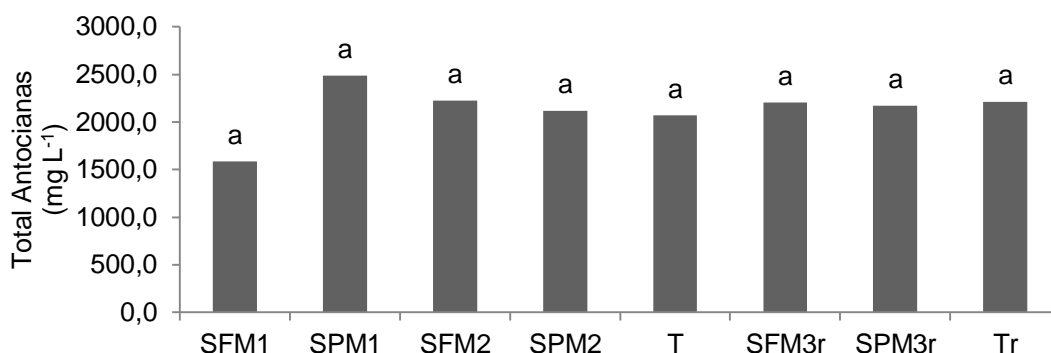


Fig. 39 – Totais de antocianinas. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 200 bagos por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

O ácido tartárico (Figura 40) dos mostos não apresenta diferenças significativas entre tratamentos. O ácido málico (Figura 41) no mosto segue o mesmo padrão que o ácido tartárico sem diferenças significativas entre tratamentos.

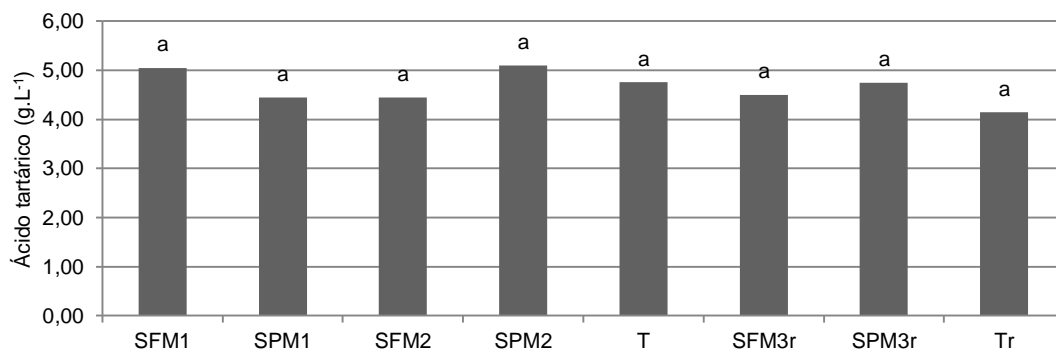


Fig. 40 – Concentração de ácido tartárico. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 200 bagos por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

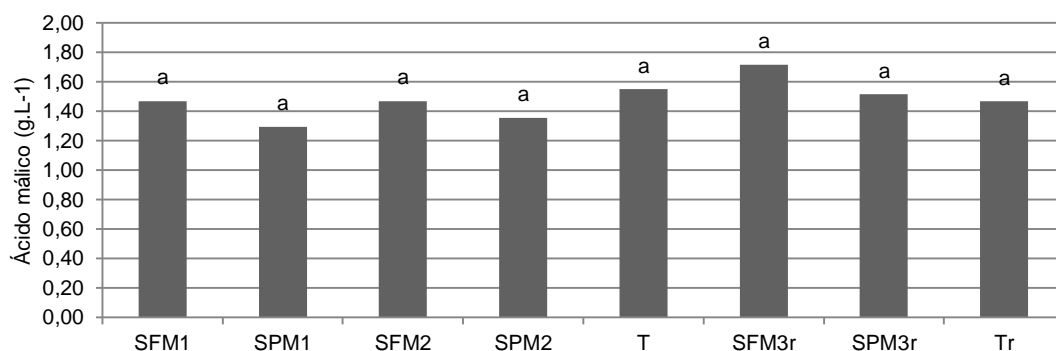


Fig. 41 – Concentração de ácido málico. **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Média de 200 bagos por modalidade. Casta Touriga Nacional, Quinta do Vale Meão. 2012. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

7. Discussão

Nos três anos que durou o trabalho os tratamentos de sombreamento associados à rega resultaram em diferenças significativas na quantidade e qualidade das uvas.

Os resultados foram também influenciados pelas diferenças climáticas sentidas em cada ano, sobretudo em 2012 em que houve uma grande redução da precipitação em relação à média anual.

7.1. Estrutura do coberto vegetal

Nos tratamentos sem rega, as plantas apresentaram uma área foliar (AF) significativamente menor nos copados sombreados. A influência das temperaturas elevadas e menor radiação solar, protagonizado pelo sombreamento, resultou na sua redução. Esta redução constituiu uma estratégia da planta para reduzir as perdas de água (Gil e Pszczółkowski, 2007).

No período pré-pintor, a área média das folhas (AMF) das plantas regadas foi significativamente superior às das não regadas e, no período pós-pintor, a AMF das plantas regadas foi significativamente inferior à das não regadas. Esta constatação foi observada visualmente na vinha, onde os tratamentos regados tinham mais folhagem seca no período pós-pintor do que os tratamentos sem rega. Nestas modalidades a disponibilidade de água no período pré-pintor favoreceu o crescimento vegetativo. Por sua vez, o corte da rega ao pintor originou a redução na AMF no período pós-pintor. A carência hídrica foi verificada com os potenciais hídricos das plantas regadas próximos das não regadas.

Os tratamentos regados apresentaram uma AMF até pintor, superior aos dos tratamentos não regados. Este resultado favoreceu a dinâmica da expressão vegetativa pelo efeito da disponibilidade hídrica nas plantas.

O cálculo da SFE revelou diferenças entre os tratamentos regados e os não regados, o que resultou num potencial fotossintético significativamente maior nos tratamentos regados.

Globalmente, a percentagem de cachos interiores foi sempre superior à percentagem de cachos expostos.

7.2. Determinações fisiológicas

Em 2012, o Ψ_f seguiu a curva característica entre tratamentos, com valores menos negativos no Ψ_{base} , valores mais negativos no $\Psi_{mínimo}$. Estes valores foram consequência do aumento da intensidade de radiação solar. O aumento do gradiente de pressão entre a folha e o ambiente proporcionou perdas de água por transpiração, causando os potenciais mais baixos.

O Ψ_f tem a sua variação ao longo do dia em função da reserva hídrica do solo ao amanhecer (Ψ_{base}). Este foi realizado antes do nascer do sol porque se presumiu que a esta hora existia um equilíbrio entre os potenciais de água nas folhas e os do solo, na zona das raízes. Assim, este é um bom indicador do estado hídrico das plantas (Pellegrino *et al.*, 2001).

O potencial hídrico de base (Ψ_{base}) registado a 20 de Junho revelou ausência de stresse hídrico em todos os tratamentos, no entanto, a 10 e 31 de Julho os tratamentos não regados apresentaram níveis moderados a elevados de stresse hídrico, respetivamente. Por outro lado, os tratamentos regados a 10 de Julho não apresentam sintomas de stresse hídrico mas a 31 de Julho já apresentam níveis moderados (Carbonneau, 2001).

O sombreamento não afetou o estado hídrico das plantas mas a rega influenciou-as significativamente. Deste modo as plantas regadas apresentaram um maior estado de hidratação do que as plantas não regadas.

As plantas regadas têm valores mais elevados de gs do que as não regadas. A condutância estomática de plantas hidratadas tem maiores valores e Ψ_f menos negativos. As condições de seca provocam a diminuição da atividade fotossintética, por necessidade do encerramento dos estomas, resultando numa menor percentagem de CO₂ disponível no mesófilo, com influência no aparelho fotossintético. O encerramento dos estomas é a primeira resposta da planta ao défice de água no solo e, assim, paralelamente diminuiu a fotossíntese e a condutância estomática, debaixo de uma progressiva falta de água (Bertamini *et al.*, 2007).

7.3. Microclima do copado

As temperaturas médias das folhas das plantas sombreadas foram maiores do que as das plantas não sombreadas, o que traduziu na influência da rede. Esta representou uma resistência à passagem do vento, originando um menor movimento do ar por entre a planta e assim, levando a uma redução na dissipação do calor por convecção. De acordo com Smart e Robinson (1991), a planta encerra os estomas para diminuir

as perdas de água por transpiração, existindo um menor dispêndio de energia calorífica para a evaporação das moléculas de água, o que origina um aquecimento das folhas.

As plantas sujeitas à rega apresentaram temperaturas significativamente mais baixas do que as plantas não regadas. Esta constatação prova o estado de hidratação das videiras regadas em relação às videiras não regadas, evidenciado com um balanço térmico positivo. A maior disponibilidade de água para estas plantas resultou numa redução da temperatura das folhas por via de uma maior transpiração. Esta redução de temperatura poderá reduzir a taxa de respiração e, consequentemente, também a intensidade do metabolismo do ácido málico com impacto na acidez dos mostos (Baez *et al.*, 2007).

7.4. Componentes de produção

As produções médias nos últimos 10 anos apontam o ano de 2012 como um dos menos produtivos, o que é reflexo da reduzida precipitação do referido ano. A quebra de rendimento em 2012, registou a influência da evolução climática e focos de desavinho como precursores de um menor rendimento do que nos anos anteriores.

Os registos de aumento de temperatura e precipitação elevada no mês de Maio, ao estado fenológico floração, podem ser a causa de algum desavinho ocorrido pois, no referido mês, choveu cerca de 45% do total de precipitação no intervalo de Janeiro a Setembro. Os registos da percentagem de abrolhamento e índice de fertilidade potencial, 85% e 1,6 respetivamente, representam videiras equilibradas e de vigor característico da casta Touriga Nacional. Desta forma, a redução no número de cachos por videira em 2012 teve como causas maiores os fatores climáticos.

O peso e o volume dos bagos foram superiores nas plantas regadas, que beneficiaram da acumulação de água no solo no período da rega. O crescimento e o desenvolvimento da videira é muito sensível à água, a sua diminuição originou restrições na AMF, influenciou diretamente o tamanho dos bagos e a concentração de ácido málico.

O número de cachos por videira diminuiu significativamente ao longo dos três anos, resultado da crescente redução da precipitação. Dos três anos analisados as testemunhas tendencialmente apresentam maior número de cachos por videira.

O número de uvas desidratadas foi menor nos tratamentos sombreadas, o que revela a influência da rede. O sombreamento reduz a radiação solar incidente e causa menores perdas de água nos bagos, sendo esta a razão para o menor número de bagos desidratados nas plantas sombreadas. Por outro lado, as plantas regadas

apresentaram um menor rendimento do que as plantas não regadas em 2012. Esta redução no rendimento verificou-se porque o número de bagos desidratados nos tratamentos regados foi significativamente maior.

Em 2012, a alteração da quantidade de água nos bagos e, conseqüentemente, o aumento da concentração de açúcares, originou bagos desidratados e valores mais elevados na percentagem de álcool provável, em todos os tratamentos, originados pela maior concentração de frutose e glucose nos bagos, o que vai de encontro ao referido por Sepúlveda e Kliwer (1986).

Em 2010 e 2011, a concentração de antocianas foi significativamente menor nas plantas sombreadas. Nestas, a acumulação de antocianas foi reduzida pelas elevadas temperaturas e baixa luminosidade (Bergqvist, 2001; Spayd, 2002; Jeong, 2004; Tarara e Lee, 2011). Em 2012 não se registaram diferenças entre tratamentos.

As maiores temperaturas nos bagos das plantas sombreadas levou a que existisse uma maior transformação de ácido málico. A taxa e a grandeza da transformação do ácido málico é dependente da temperatura (Koundouras *et al.*, 2006). A temperatura dos próprios bagos tem um papel importante (de Souza *et al.*, 2005), pelo que a transformação do ácido málico é mais elevada a temperaturas dos bagos mais altas (Spayd *et al.*, 2002; Koundouras *et al.*, 2006).

8. Conclusão

Na análise dos anos de 2010, 2011 e 2012, foram verificados efeitos significativos na morfologia da videira, na produção e na qualidade dos mostos motivados pelo sombreamento parcial do copado como também pela variável rega. No entanto, as outras variáveis observadas - distância da rede ao copado e período de sombreamento - não revelaram elementos suficientes para avançar com conclusões.

Todavia, constatou-se uma influência significativa nos comportamentos das videiras em estudo devido às diferenças climáticas existentes nos três anos, verificando-se a diminuição da precipitação até 2012 foi determinante na quebra de produção verificada.

Verificou-se que as videiras dos tratamentos sombreados apresentaram uma menor área foliar à colheita nos três anos, sendo o valor das videiras regadas significativamente inferior ao das não regadas. Estas, após a supressão da rega, apresentaram uma diminuição da sua área foliar e revelaram alterações fisiológicas, não se diferenciando dos restantes tratamentos.

A temperatura nas folhas e nos cachos foi ligeiramente superior nos tratamentos sombreados. A menor intensidade de radiação que atingia os cachos reduziu o número de bagos desidratados e assim, a produção foi mais elevada nas plantas sombreadas. Pelo contrário, nos tratamentos regados, as temperaturas do copado foram as mais baixas de todas os tratamentos devido à hidratação da planta, no entanto, apresentaram o maior número de bagos desidratados e menores produções, resultado da supressão da rega ao pintor.

Os tratamentos sombreados sem rega proporcionaram alguns benefícios, revelando tendências para maiores percentagens de álcool provável e acidez total e menores concentrações de ácido málico. Por outro lado, os tratamentos regados revelaram os maiores valores de álcool provável, refletindo o maior metabolismo proporcionado pela rega, no entanto, as menores temperaturas dos cachos originaram maiores concentrações de ácido málico.

Relativamente às antocianinas totais, no decorrer dos três anos, estas apresentaram aumentos de valores significativos na ordem cronológica, revelando a influência climática. No entanto, os tratamentos sombreados tendencialmente apresentaram menores valores de antocianinas do que os não sombreados, o que pode não ser benéfico para a qualidade dos vinhos.

Em conclusão, o sombreamento parcial do copado reduziu o número de cachos dissecados o que levou a um aumento da produção por videira. Os mostos dos bagos sombreados apresentaram percentagens mais elevadas de álcool provável e acidez total e uma menor concentração de ácido málico, o que revela benefícios na qualidade dos mostos. Por outro lado, as antocianas totais foram mais baixas o que pode ser prejudicial na referida qualidade dos mostos.

Neste sentido, é pertinente prosseguir com mais estudos para a confirmação dos resultados como também para diferenciar variáveis e os seus efeitos na quantidade e qualidade dos mostos.

9. Bibliografia

Abd El-Razek, E., Treutter, D., Saleh, M., El-Shammaa, M., Fouad, A. A., Abdel-Hamid, N., *et al.* (2010). Effect of Defoliation and Fruit Thinning on Fruit Quality of 'Crimson Seedless' Grape. 6 (3), 289-295. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences.

A.D.V.I.D. (Dezembro de 2007). Proposta de estudo. *Impacto das alterações climáticas na rdd*. Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Durience.

A.D.V.I.D. (Julho de 2012). Evolução do Ano Vitícola 2011-2012 - Previsão do Potencial de Colheita. *Boletim Informativo 14-12*. ADVID.

Albuquerque Regina, M., & Carbonneau, A. (1999). Trocas gasosas em videira sob regime de estresse hídrico. li. Fotorrespiração e comportamento varietal. 34 (1), 37-43. Pesq. agropec. bras., Brasília.

APA. (2009). *Agência Portuguesa do Ambiente*. Obtido em 10 de 03 de 2012, de <http://snriamb.apambiente.pt/webatlas/index.html>

Archer, E., & Strauss, H. C. (1989). Effect of shading on the performance of Vitis vinifera L. cv. Cabernet Sauvignon. 10 (2). S. Afr. J. Enol.

Baeza, P., Sánchez-de-Miguel, P., Centeno, A., Junquera, P., Linares, R., & Lissarrague, J. R. (2007). Water relations between leaf water potential, photosynthesis and agronomic. 114, 151–158. Scientia Horticulturae.

Bergqvist, J., Dokoozlian, N., & Ebisuda, N. (2001). Sunlight Exposure and Temperature Effects on Berry Growth and Composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. 52, 1. Am. J. Enol. Vitic.

Bertamini, M., Muthuchelian, K., Rubinigg, M., Zorer, R., & Nedunchezian, N. (2005). Photoinhibition of photosynthesis in leaves of grapevine (Vitis vinifera L. cv. Riesling). Effect of chilling nights. 43 (4), 551-557. photosynthetica.

Bertamini, M., & Nedunchezian, N. (2003). *Photoinhibition of photosynthesis in mature and young leaves of grapevine (Vitis vinifera L.)*. San Michele all' Adige, Itália: Istituto Agrario di San Michele all' Adige.

Bertamini, M., & Nedunchezian, N. (2004). Photosynthetic responses for Vitis vinifera plants grown at different photon flux densities under field conditions. 48 (1), 149-152.

Bertamini, M., Zulini, L., Zorer, R., Muthuchelian, K., & Nedunchezian, N. (2007). Photoinhibition of photosynthesis in water deficit leaves of grapevine (Vitis vinifera L.) plants. 45 (2), 426-432. Photosynthetica.

Bureau, S. M., Baumes, R. L., & Razungles, A. J. (2000). Effects of Vine or Bunch Shading on the Glycosylated Flavor Precursors in Grapes of Vitis vinifera L. Cv. Syrah. 48, 1290-1297. J. Agric. Food Chem.

- Carbonneau, A. (2001). Water management in the vineyard. Theory and practice. In: *12èmes Journées GESCO. Journée professionnelle: "Gestion de l'eau dans de vignoble"*, AGRO. Montpellier, Montpellier, pp. 3-21.
- Carbonneau, A., Deloire, A., & Costanza, P. (2003). Le potentiel hydrique foliaire: sens des différentes modalités de mesure. 1, 32-35. Montevideo: XIII GESCO.
- Carbonneau, A., Riou, C., Guyon, D., Riou, J., & Schneider, C. (1992). Agrometeorologie de la vigne en France. *Photosynthese: influences climatiques et facteurs d'adaptation*. Bruxelles - Luxembourg: Officielles des Communautés Européennes.
- Cartechin, A., & Palliotti, A. (1995). Effect of Shading on Vine Morphology and Productivity and Leaf Gas Exchange Characteristics in Grapevines in the Field. 46 (2). Am. J. Enol. Vitic.
- Castro, L. (1967). Carta litológica de Portugal. Notícia explicativa. 29, 289-374. Agronomia Lusi.
- Castro, R., & Cruz, A. (2010). Apontamentos de apoio às aulas de Viticultura. *Técnicas de gestão da vegetação - Intervenções em verde.*, 19. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia.
- Champagnol, F. (1984). Eléments de physiologie de la vigne et de viticulture general. 351. Montpellier: Ed, Auteur.
- Chorti, E., Guidoni, S., Ferrandino, A., & Novello, V. (2010). Effect of Different Cluster Sunlight Exposure Levels on Ripening and Anthocyanin Accumulation in Nebbiolo Grapes. 61 (1). Am. J. Enol. Vitic.
- Coba. (1987). Carta de Solos e Carta de Utilização Actual do Solo do Nordeste de Portugal. 275. Vila Real, Portugal: UTAD.
- Cohen, S. D., Tarara, J. M., & Kennedy, J. A. (2008). Assessing the impact of temperature on grape phenolic metabolism. 621, 57-67. Analytica chimica acta - Elsevier B.V.
- Cortell, J. M., & Kennedy, J. A. (2006). Effect of Shading on Accumulation of Flavonoid Compounds in (*Vitis vinifera* L.) Pinot Noir Fruit and Extraction in a Model System. 54, 8510-8520. J. Agric. Food Chem.
- Coutinho, M. (1946). *Acidentes da Vegetação, I*, 1-3. Boletim da Casa do Douro.
- Cruz, A. (1998). Estrutura do coberto vegetal. Elementos de apoio às aulas de Viticultura Geral. Engenharia das Ciências Agrárias. F.C.U.P. - Porto.
- CSIRO. (2009). *Hot, thirst vines*. Obtido em Abril de 2012, de Plant Industry: http://www.csiro.au/en/Outcomes/Food-and-Agriculture/~/_media/CSIROau/Divisions/CSIRO%20Plant%20Industry/climatechange/ves_CPI_Factsheet%20Standard.pdf

de Souza, C., Maroco, J., dos Santos, T., Rodrigues, M., Lopes, C., Pereira, J., *et al.* (2005). Grape berry metabolism in field-grown grapevines exposed to different irrigation strategies. *44*, 103-109. *Vitis*.

Dias, F. A. (2011). Desempenho da videira "syrah" sobre diferentes porta-enxertos em ciclos de Inverno no Sul de Minas Gerais. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Lavras.

Downy, M. O., Dokoozlian, N. K., & Krstic, M. P. (2006). Cultural Practice and Environmental Impacts on the Flavonoid Composition of Grapes and Wine: A Review of Recent Research. *57* (3), 257-264. *Am. J. Enol. Vitic.*

Esteban, M., Villanueva, M., & Lissarrague, J. (1999). Effect of Irrigation on Changes in Berry Composition of Tempranillo During Maturation. Sugars, Organic Acids, and Mineral Elements. *50* (4). *Am. J. Enol. Vitic.*

Flexas, J., Bota, J., Cifre, J., Escalona, J. M., Galmés, J., Gulías, J., *et al.* (2 de Março de 2004). Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future. *144*, 273-283. *Ann. appl. Biol.*

Gil, G. F., & Pszczółkowski, P. (2007). Viticultura – Fundamentos para optimizar producción y calidad. *1*, 535. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Haselgrove, L., Botting, D., van Heeswijck, R., Høj, P. B., Dry, P. R., Ford, C., *et al.* (2000). Canopy microclimate and berry composition: The effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L cv. Shiraz grape berries. *6*, 141–149. *Australian Journal of Grape and Wine Research*.

Howell, G., Candido-Vasconcelos, M., & Koblep, W. (1994). Response of Pinot noir Grapevine Growth, Yield, and Fruit Composition to Defoliation the Previous Growing Season. *45*, 188-191. *Am. J. Enol. Vitic.*

Instituto Nacional de Recursos Biológicos. (2006). Obtido em 15 de 05 de 2012, de INRB: <http://www.inrb.pt/inia/informacao-tecnica/ampelografia/touriga-nacional-t>

I.V.D.P. (2010). *Instituto dos Vinhos do Douro e Porto*. Obtido em 10 de 03 de 2012, de IVDP.pt: <http://www.ivdp.pt/pagina.asp?codPag=16&codSeccao=4&idioma=0>

I.V.V. (2009). *Instituto da Vinha e do Vinho, I.P.* Obtido em 15 de 03 de 2012, de IVV: http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/?newsId=1736&fileName=Anu_rio_2011.pdf

Jackson, D., & Lombard, P. B. (1993). Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality- A Review. *44*, 4, 409-430. *Am. J. Enol. Vitic.*

Jeong, S., Yamamoto, N., Kobayashi, S., & Esaka, M. (2004). Effects of plant hormones and shading on the accumulation of anthocyanins and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in grape berry skins. *167*, 247-252. *Plant. Aci.*

- Jones, G. (2007). *Climate change: Observations, Projections, and General Implications for Viticulture and Wine Production*. Department of Geography, Southern Oregon University.
- Jones, G., & Davis, R. (2000). Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape Composition, and Wine Production and Quality for Bordeaux. *51* (3), 249-261. França: Am. J. Enol. Vitic.
- Jones, G., Duchêne, E., Tomasi, D., Yuste, J., Bratislavská, J., Schultz, H., *et al.* (2005). *Changes in European winegrape phenology and relationships with climate*. Geisenheim, Alemanha: Proceedings XIV GESCO Symposium.
- Kolb, C. A., Kaser, M. A., Kopecky, J., Zotz, G., Riederer, M., & Pfundel, E. E. (Novembro de 2001). Effects of Natural Intensities of Visible and Ultraviolet Radiation on Epidermal Ultraviolet Screening and Photosynthesis in Grape Leaves. *127*, 863–875. Plant Physiology.
- Koundouras, S., Marinos, V., Gkouliti, A., Kotseridis, Y., & van Leeuwen, C. (2006). Influence of Vineyard Location and Vine Water Status on Fruit Maturation of Nonirrigated Cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.). Effects on Wine Phenolic and Aroma Components. *54* (14), 5077-5086. J. Agric. Food Chem.
- Krauter, C. (2001a). *Environmental factors that influence grapevine water requirements*, 44-49. Central Coast Viticulture and Enology Issues Conference.
- Krauter, C. (2001b). *Soil Basics*, 50-53. Central Coast Viticulture and Enology Issues Conference.
- Magalhães, N. (2008). Tratado de Viticultura - A Videira, A Vinha e o "Terroir". 1ª. Chaves Ferreira Publicações S.A.
- Magalhães, N. P. (2003). Caracterização e Condução de Castas Tintas na Região Demarcada do Douro. *VII, 15*, 162 - 174. Estudos & Documentos.
- Meziane, D., & Shipley, B. (1999). Interacting determinants of specific leaf área in 22 herbaceous species: effects of irradiance and nutrient availability. *22*, 447-459. Plant Cell Environ.
- Miller, F., & Guthrie, R. (1984). Classification and distribution of soils containing rock fragments in the United States. In: Erosion and productivity of soils containing rock fragments. *13*, 1-6. Madison: SSSA Special Publication.
- Moutinho-Pereira, J. (2000). Caracterização fisiológica e agronómica de diferentes estratégias culturais para minimizar o stress estival em *Vitis vinifera* L. na Região Demarcada do Douro. *Tese de Doutoramento*. Vila Real, Portugal: U.T.A.D.
- Nogueira, & Silva Jr. (Setembro de 2001). Resistência estomática, tensão de água no xilema e teor de clorofila em genótipos de graviola. *58*, 491-495. Scientia Agrícola.
- OIV. (2005). International Oenological Codex. Paris: OIV.

- Oliveira, M., Barbosa, P., & Olazabal, F. (2011). Sombreamento da vinha: Reduzindo as perdas de produção e alterando a composição do mosto no Douro. Portugal.
- Oliveira, M. T., Freitas, V., & Sousa, T. A. (2011). Water use efficiency and must quality of irrigated grapevines of north-eastern Portugal. 1–16. Archives of Agronomy and Soil Science - Taylor & Francis.
- Oliveira, M. T., & Sousa, T. A. (2009). Organic Acids and Sugars in Musts of Irrigated Grapevines in Northeast Portugal. 20 (1), 1–13. Journal of Wine Research.
- Oyarzun, R. A., Stockle, C. O., & Whiting, M. D. (2007). A simple approach to modeling radiation interception by fruit-tree orchards. 142, 12–24. Agricultural and Forest Meteorology.
- Pallas, B., Loi, C., Christophe, A., Courmède, P., & Lecoeur, J. (2010). Comparison of three approaches to model grapevine organogenesis in conditions of fluctuating temperature, solar radiation and soil water content. *mcq173 first published online September 18, 2010 doi:10.1093/aob/mcq173*. Ann. Bot.
- Pellegrino, A., Lebon, E., Cobis, S., Riou, C., & Wery, J. (2001). Identification of diagnosis indicators for the evaluation of soil water deficit experienced by grapevine in a network of farmers fields. 1, 31-35. Montpellier: XII GESCO.
- Pereira dos Santos, T., M. Lopes, C., Rodrigues, M. L., R. de Souza, C., M. Ricardo-da-Silva, J., P. Maroco, J., et al. (2007). Effects of deficit irrigation strategies on cluster microclimate for improving fruit composition of Moscatel field-grown grapevines. 112, 321–330. Scientia Horticulturae.
- Petrie, P., Trought, M., Howell, G., Buchan, G., & Palmer, J. (2009). *Whole-canopy gas exchange and light interception of vertically trained Vitis vinifera L. under direct and diffuse light.*, 60, 173-182. American Journal of Enology and Viticulture.
- Pinheiro, C., & Chaves, M. M. (2011). Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data? 62 (3), 869–882. Journal of Experimental Botany.
- Pollastrini, M., Di Stefano, V., Ferretti, M., Agati, G., Grifonie, D., Zipoli, G., et al. (2010). Environmental and Experimental Botany. *Influence of different light intensity regimes on leaf features of Vitis vinifera L. in ultraviolet radiation filtered condition*. Elsevier B.V.
- Queiroz, J. (2002). *Condução e Relações Rendimento Qualidade de Castas Nobres do Douro*. Porto: Tese de Doutoramento.
- Ramos, M. (2006). *Soil water content and yield variability in vineyards of Mediterranean northeastern Spain affected by mechanization and climate variability*, 20, 2271-2283. Hydrol. Process.
- Rana, G., Katerji, N., Introna, M., & Hammami, A. (2004). Microclimate and plant water relationship of the “overhead” table grape vineyard managed with three different covering techniques. 102, 105–120. Scientia Horticulturae.

Rasband, W. (s/data). *ImageJ 1.44p*. Obtido em 10 de Julho de 2012, de ImageJ: www.imagej.nih.gov/ij

Real, F., Dionisio, G., Martins, A., & Mendes, J. (1978). Aspectos climáticos, geológicos fisiográficos e de aptidão agro-silvo-pastoril da área do Douro. 55. Vila Real, Portugal: UTAD.

Santesteban, L. G., & Royo, J. B. (2006). Water status, leaf area and fruit load influence on berry weight and sugar accumulation of cv. 'Tempranillo' under semiarid conditions. 109, 60-65. *Scientia Horticulturae*.

Santos, F., Forbes, K., & Moita, R. (2001). *Mudança climática em Portugal - Cenários, impactes e medidas de adaptação SIAM*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Scholander, P. F., Hammel, H. T., Bradstreet, E. D., & Hemmingsen, E. A. (1965). Sap pressure in vascular plants. 148, 339-342. *Science*.

Sepúlveda, G., & Kliewer, W. (1986). Effect of High Temperature on Grapevines (*Vitis vinifera* L.). II. Distribution of Soluble Sugars . 37, 20-25. *Am. J. Enol. Vitic.*

Smart, R. (1974). *Aspects of Water Relations of the Grapevine (Vitis Vinifera)*, 25, 84-91. *American Journal of Enology and Viticulture*.

Smart, R., & Robinson, M. (1991). Sunlight into wine. *A Handbook for Winegrape Canopy Management*, 88. Adelaide: Winetitles.

S.M.N. (1965). *O clima de Portugal. Fascículo XV: Região Demarcada do Douro*. Lisboa, Portugal: Serviço Meteorológico Nacional.

Soil survey staff. (2010). Keys to soil taxonomy. *United states department of agriculture*, 11. Natural resources conservation service.

Sousa, T. (2010). Efeitos da disponibilidade hídrica na fisiologia e produção de vitis vinifera I. Na região demarcada do douro. *Tese de Doutoramento*. Vila Real, Portugal: U.T.A.D.

Sousa, T. A., Oliveira, M. T., & Lucas, M. C. (2007). Avaliação da Eficiência da Utilização da Água na Vinha. *Livro de resumos II. Congresso Nacional de Rega e Drenagem.*, 37-38. Fundão: Livro de resumos II.

Sousa, T., Oliveira, M., & Pereira, J. (2006). Physiological indicators of plant water status of irrigated and non-irrigated grapevines grown in a low rainfall area of Portugal. *Plant and Soil*, 127–134. Springer.

Spayd, S. E., Tarara, J. M., Mee, D. L., & Ferguson, J. C. (2002). Separation of Sunlight and Temperature Effects on the Composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot Berries. 53 (3). *Am. J. Enol. Vitic.*

Tarara, J. M., Lee, J., Spayd, S. E., & Scagel, C. F. (2008). Berry Temperature and Solar Radiation Alter Acylation, Proportion, and Concentration of Anthocyanin in Merlot Grapes. 59 (3), 235 – 247. *Am. J. Enol. Vitic.*

Tarara, J., & Lee, J. (2011). *An Introduction to Environmental Influences on Ripening in Grapes: Focus on Wine Grapes and Phenolic*. Obtido em 02 de Abril de 2012, de <http://www.extension.org/pages/33025/an-introduction-to-environmental-influences-on-ripening-in-grapes:-focus-on-wine-grapes-and-phenolics>

Van Leeuwen, C., Friant, P., Choné, X., Tregoat, O., Koundouras, S., & Dubourdieu, D. (2004). *The influence of climate, soil and cultivar on terroir*, 3, 207-217. American journal of enology and viticulture.

Yamane, T., Jeong, S. T., Goto-Yamamoto, N., Koshita, Y., & Kobayashi, S. (2006). Effects of Temperature on Anthocyanin Biosynthesis in Grape Berry Skins. 57 (1). Am. J. Enol. Vitic.

Anexo I – Operações culturais e tratamentos fitossanitários na parcela de ensaio no ciclo vegetativo 2012. Quinta do Vale Meão.

Actividade	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Poda				→								
Embardamento				→								
Erguida				→								
Triturar vides					→							
Esladroar							→					
Escava							→					
Erguida vegetação							→					
Corte da erva								→				
Aplicação da Rede											→	
Desponta											→	
Rega											→	
Fertilizantes	Apenas matéria orgânica de 6 em 6 anos											
Fitofármacos	Apenas para controlo de mildio e oídio											
1º Trat. Anti-oídio								→				
2º Trat. Anti-oídio								→				
3ª Trat. Anti- oídio e mildio									→			
Vindima												→
Ciclo Veg. Videira	Atemp.	Repouso Vegetativo				Início Act.	Crescimento Vegetativo				Atempamento	
		Q				Ch	A		F		P	V

Fonte: IVDP, 2012

Anexo III – Análise de solos parcela em estudo da Quinta do Vale Meão 2012



ESCOLA DE CIÊNCIAS DA VIDA E DO AMBIENTE
Departamento de Biologia e Ambiente
laboratório de análises a solos e plantas

cliente - F. Olazabal e Filhos, Lda.

identificação da amostra

nº laboratório - 136899

referência - 5

proprietário - F. Olazabal e Filhos, Lda.

morada - Vila Nova de Foz Côa

parcela - C. das pulgas TN

data de entrega - .

técnico responsável - Pedro Barbosa

caracterização da amostra

concelho - Vila Nova de Foz Côa

profundidade - . cm

distrito - .

cultura - Vinha instalada

resultados da análise

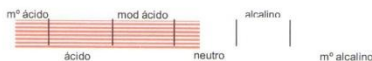
textura - Média



pH água - 6.9

pH KCl - 5.3

reação do solo - neutro



teor de matéria orgânica (%) - 1.59 médio



método de Egner-Riehm:



fósforo extraível (mg P₂O₅ kg⁻¹) - 85 médio



potássio extraível (mg K₂O kg⁻¹) - 52 médio



sugestão de fertilização

produção esperada* - não indica

calagem - 0 kg de calcário agrícola por hectare

azoto - 40 unidades (ou kg de N por hectare)

fósforo - 50 unidades (ou kg de P₂O₅ por hectare)

potássio - 150 unidades (ou kg de K₂O por hectare)

Notas: - Em média, descontar cerca de 20 kg de azoto por cada 10 toneladas de estrume ou 10 m³ de chorume

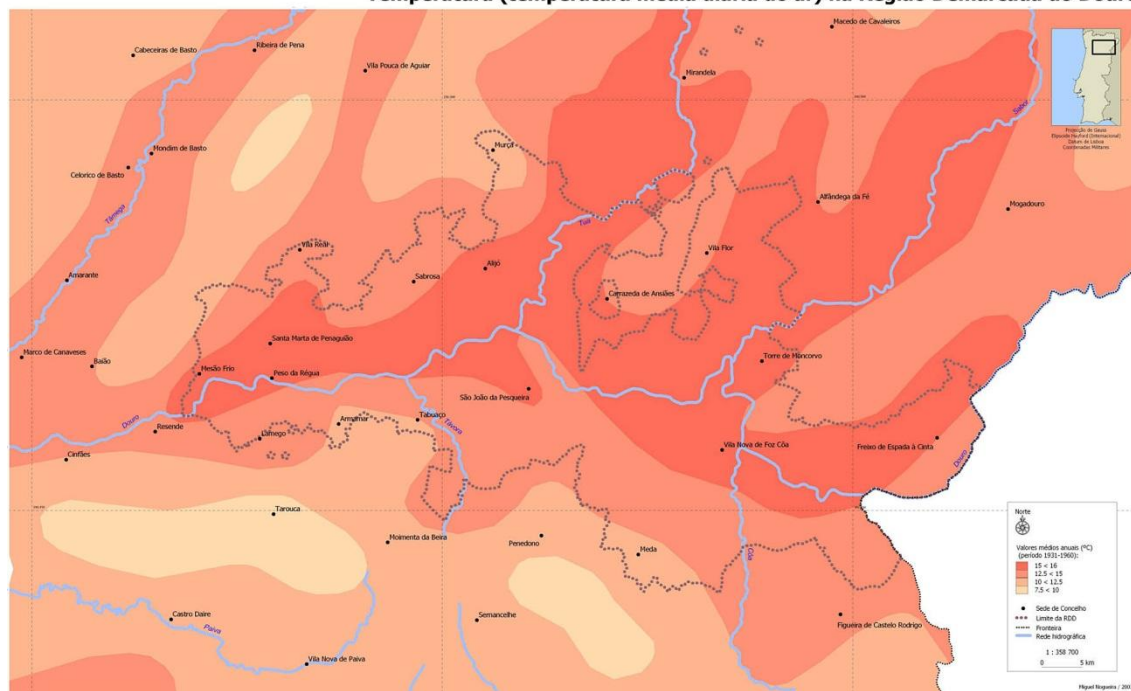
Vila Real, 25-Mai-2010

João Coutinho

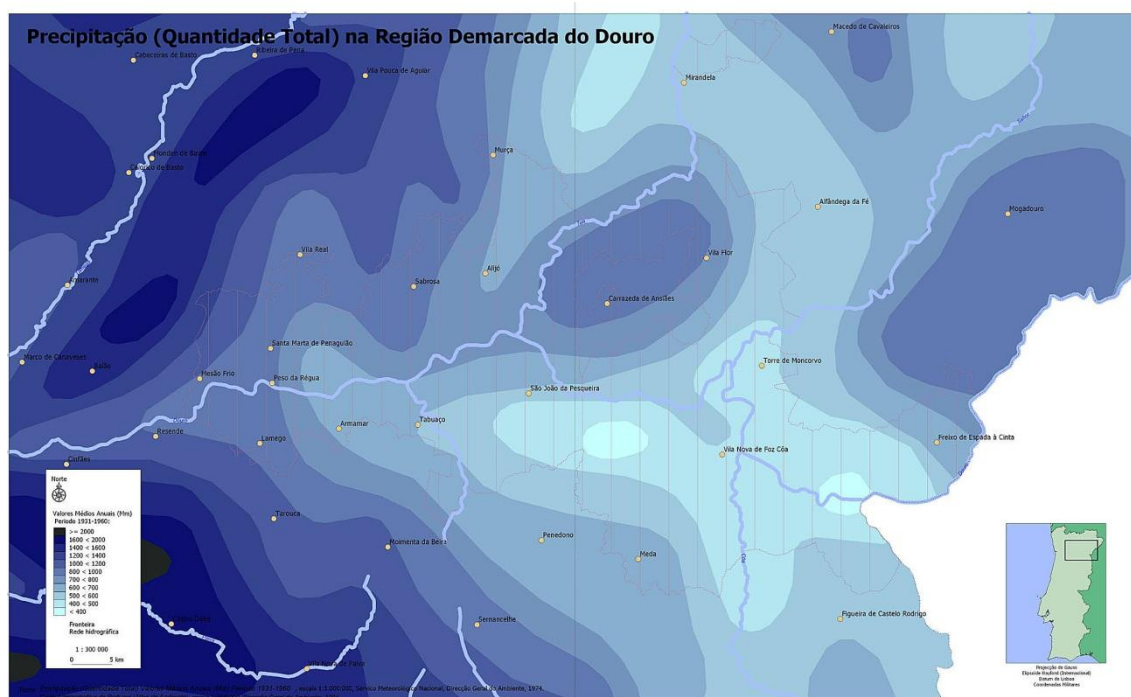


Anexo IV – Temperatura e precipitação na Região Demarcada do Douro

Temperatura (temperatura média diária do ar) na Região Demarcada do Douro



Fonte: IVDP, 2012

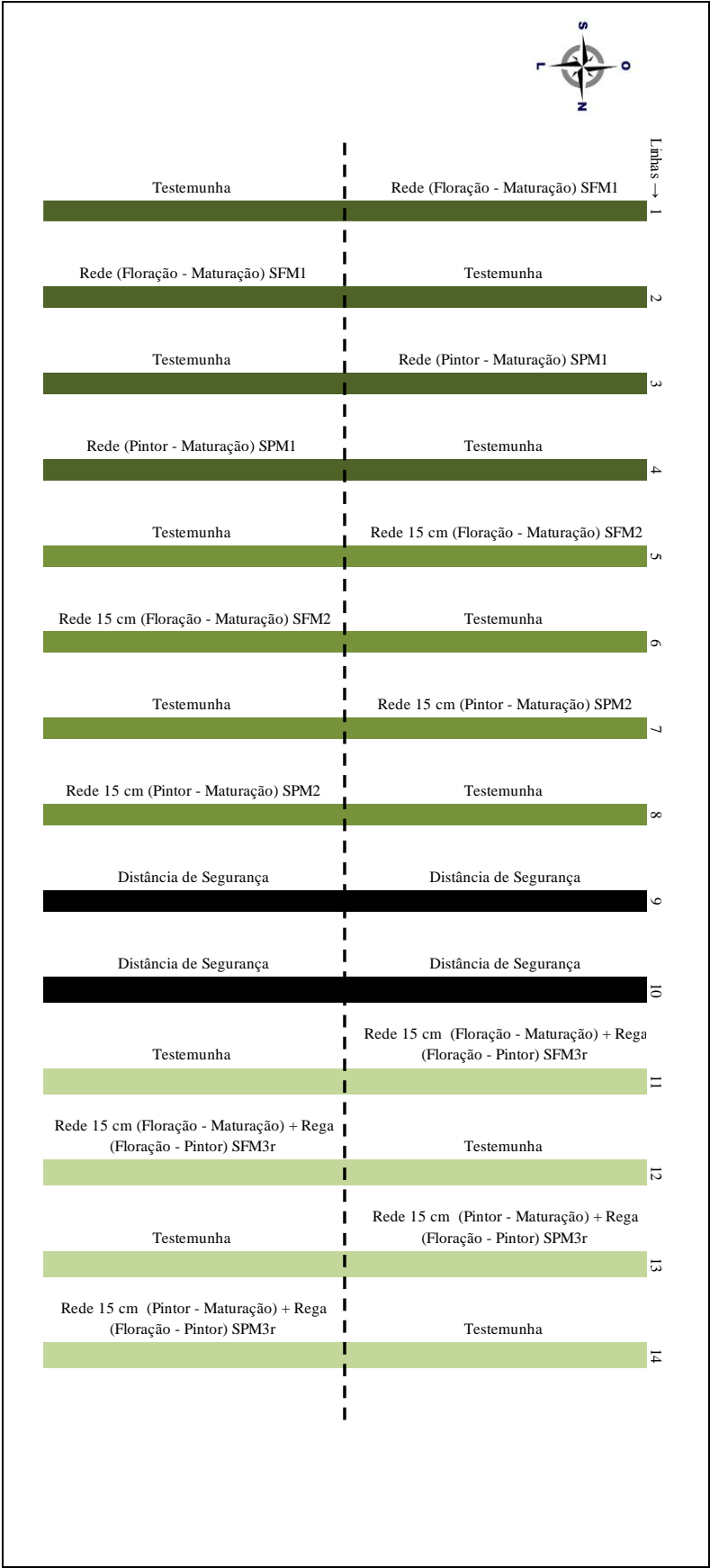


Fonte: IVDP, 2012

Anexo V – Dados 2010, 2011 e 2012 da estação meteorológica da Quinta Vale Meão.

All sensors(QVMMETEO, Sernum. 00001015)											
Date	Solar radiation Dgt	Precipitation	Wind speed		Leaf Wetness	HC Air temperature			HC Relative humidity	Dew Point	
	[W/m²]	[mm]	[m/sec]		[min]	[°C]			[%]	[°C]	
	Média	Somatório	Média	Máximo	Tempo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Média	Mínimo
Jul. 2010	381,0	4,4	1,9	6,8	0,0	28,0	15,0	40,9	35,0	9,4	-4,7
Ago. 2010	311,0	0,4	1,9	9,4	0,0	27,2	15,7	40,6	37,0	9,7	-6,3
Set. 2010	224,0	5,6	1,4	6,8	1015,0	22,3	9,9	37,6	52,0	10,4	-0,3
Out. 2010	146,0	109,4	1,8	15,3	4550,0	15,4	3,4	27,0	67,0	8,5	-3,0
Nov. 2010	80,0	69,8	1,6	10,4	13355,0	9,9	-2,3	21,8	81,0	6,3	-2,4
Dez. 2010.	56,0	161,4	1,7	9,1	12895,0	6,8	-3,0	18,3	85,0	4,3	-5,0
Jan. 2011	63,0	70,8	1,8	13,0	10675,0	8,0	-3,0	19,0	83,0	5,0	-9,6
Fev. 2011	114,0	58,8	1,5	10,1	13165,0	8,3	-2,2	20,8	82,0	4,8	-2,9
Mar. 2011	155,0	55,2	1,6	9,8	7210,0	11,2	-0,5	23,0	74,0	5,9	-7,5
Abr. 2011	249,0	66,2	1,7	9,1	6185,0	17,2	7,4	32,2	65,0	9,3	-3,5
Mai. 2011	306,0	47,8	1,6	8,2	3595,0	20,2	9,0	35,2	62,0	11,5	-1,1
Jun. 2011	358,0	0,0	1,7	6,5	10,0	22,8	9,3	41,8	46,0	9,0	-6,4
Jul. 2011	354,0	0,0	2,2	6,6	20,0	24,4	11,7	37,9	43,0	9,5	-6,7
Ago. 2011	291,0	19,6	1,7	10,1	1915,0	25,3	11,8	41,3	46,0	10,6	-10,2
Set. 2011	230,0	23,8	1,3	6,8	975,0	22,4	9,7	36,6	52,0	10,3	-2,3
Out. 2011	162,0	29,4	1,4	11,2	2910,0	17,6	6,0	33,3	55,0	6,7	-1,0
Nov. 2011	63,0	125,6	1,4	12,2	11420,0	11,4	4,5	22,6	84,0	8,2	3,0
Dez. 2011	54,0	35,8	1,6	8,9	9470,0	7,4	-1,2	18,9	85,0	4,7	-1,0
Jan. 2012	67,0	8,8	1,3	7,6	5950,0	5,3	-2,1	15,5	87,0	3,1	-2,8
Fev. 2012	155,0	1,0	1,4	8,5	385,0	6,5	-5,3	22,0	62,0	-1,6	-14,1
Mar. 2012	208,0	6,8	1,8	10,6	1615,0	13,2	1,0	27,0	51,0	1,5	-10,2
Abr. 2012	190,0	27,2	2,7	12,4	4020,0	12,8	3,8	26,6	62,0	5,0	-6,0
Mai. 2012	295,0	74,8	1,9	9,7	2400,0	19,2	6,8	37,1	57,0	9,1	-1,8
Jun. 2012	322,0	5,6	1,7	8,9	325,0	22,7	9,9	40,4	48,0	9,5	-11,6
Jul. 2012	366,0	10,8	1,6	7,0	410,0	25,1	10,7	41,9	41,0	8,9	-5,9
Ago. 2012	315,0	8,6	1,5	6,5	450,0	25,2	13,2	42,3	43,0	9,9	-6,3
Set. 2012	222,0	21,2	1,8	9,0	695,0	22,7	10,2	37,2	47,0	9,0	-5,6
Out. 2012	145,0	94,8	1,1	7,5	4085,0	16,6	2,6	32,3	69,0	9,9	-0,8

Anexo VI – Esquema do delineamento experimental na Quinta do Vale Meão



Anexo VII – Descrição da variedade Touriga Nacional e porta-enxerto 110R.

Touriga Nacional

A *Vitis Vinífera* L. cv. Touriga Nacional é muito antiga e de origem portuguesa nas regiões do Dão e Douro. Esta casta pode ser designada por Tourigo ou por Preto Mortágua no Dão e no caso do Douro por Touriga Fina (Magalhães, 2008). Esta variedade de grande potencial qualitativo para a produção de vinhos sofreu culturalmente abandono devido a problemas de desavinho e bagoinha, pois a sua característica vigorosa associada a condições ambientais favoráveis proporcionavam baixíssimos rendimentos e por isso não é estabelecida uma produção regular inter-anual, reduzindo o seu interesse comercial. Posteriormente, foram desenvolvidos clones, nos inícios dos anos 70 do século XX, que possibilitaram alcançar produções regulares e consequentemente economicamente viáveis. Desta forma, hoje em dia, esta casta é das mais procuradas para a produção de vinhos de alta qualidade (Magalhães, 2003).

Ampelograficamente, esta casta caracteriza-se, segundo Magalhães (2008):

“Folha adulta pequena, pentagonal, por vezes com sub-lóbulos superiores, plana, ligeiramente rugosa, com dentes curtos mais largos que compridos, convexos. Seio peciolar em V pouco aberto e seios laterais abertos em U. Cacho pequeno (100 a 150g), cilindro-cónico, frouxo, por vezes compacto, em função do grau de sensibilidade e condições para a ocorrência de desavinho. Pedúnculo de comprimento médio. Bago pequeno arredondado, negro-azulado, de película medianamente espessa, polpa não corada, suculenta, de sabor específico.” (p.56).

Os clones certificados de Touriga Nacional pelo Instituto Nacional de Recursos Biológicos são: 17 ISA, 18 ISA, 19 ISA, 20 ISA, 21 ISA, 22 ISA E 23 ISA. (Instituto Nacional de Recursos Biológicos, 2006). A presente cultivar apresenta um porte prostrado, com alto vigor e ciclo vegetativo comprido. Assim é de evitar solos muito férteis ou húmidos, pois acentua a tendência de desavinho e a maturação é retardada o que consequentemente compromete a maturação fenólica. Por outro lado o comportamento fisiológico em situações de stresse hídrico e térmico apresenta uma atividade fotossintética ainda presente, associada a valores altos de eficiência do uso da água pela folha (Magalhães, 2008).

Do ponto de vista agronómico esta casta tem uma produtividade relativamente moderada, reflexo do peso do cacho ser baixo, e uma fertilidade elevada sendo frequente registar 2 a 3 cachos por vara. Em termos enológicos é uma casta que

devido à sua complexidade aromática, estrutura e qualidade dos compostos fenólicos, tem um potencial qualitativo para a produção de vinhos monovarietais, quer para vinhos de lotes (Magalhães, 2003; 2008).

110 R

Este porta-enxerto é largamente utilizado por todo o País, no entanto está adaptado a regiões quentes e secas, a solos pedregosos e de baixa fertilidade, característica do cruzamento dos híbridos *Berlandier* x *Rupestris*. Segundo Magalhães (2008), o 110R apresenta como notas ampelográficas:

“Extremidade folhosa tearânea com bordadura avermelhada. Folhas jovens verdes com reflexos bronzeados. Pigmentação antociânica média nas folhas da extremidade. Entrenós e nós avermelhados, gomos com pigmentação antociânica média. Folhas adultas brilhantes, pequenas, reniformes, glabras, finamente bolhosas, com seio peciolar em U aberto, em forma de chaveta. Dentes curtos, largos e convexos. Página inferior glabra.” (p. 31)

Desta forma, o 110R ou 110 RICHTER tem alto vigor e bem adaptado a solos pobres, secos e pedregosos e, mais especificamente, tolera solos pobres em Potássio (K) e Magnésio (Mg). Por ser muito vigoroso tem tendência a atrasar a maturação das uvas ou conduzir ao desavinho (em enxertos mais sensíveis) em solos férteis ou húmidos (Dias, 2011).

Relativamente à adaptação ao meio este porta-enxerto é moderadamente susceptível a nematodes galícolas (género *Meloidogyne*), não tolera solos salgados e resiste a teores em cálcio ativo de 17% (Magalhães, 2008).

Em termos agronómicos o 110R tem tendência para promover a elevada produtividade às castas em que é enxertado sem comprometer a qualidade dos mostos (Magalhães, 2008).

Anexo VIII - Escala fenológica da vinha, segundo Baggiolini (Adaptado Novartis, s.d.)



Anexo IX – Estados fenológicos da vinha em estudo na Quinta do Vale Meão.
Touriga Nacional ciclo vegetativo 2012.

Datas	Estado fenológico - Baggiolini
20 Janeiro	A
10 Abril	D
26 Abril	F/G
16 Maio	H/I
20 Maio	I
29 Maio	J
31 Maio	Bago de Chumbo
10 Junho	K
20 Junho	Fecho dos cachos (inicio)
10 Julho	L
25 Julho	Pintor (M)
23 Agosto	Madureza
18 Setembro	N (colheita)

Anexo X – Tabelas de significância dos resultados de 2010.

Tratamentos: **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

Quadro 1 – Área foliar total à vindima entre tratamentos.

Modalidades	Número de Cachos	Número de cachos com > 30% de passas	Área foliar total (cm ²)
SFM1	25	4,7 ^b	31 081,98 ^b
SPM1	24	4,0 ^b	25 134,34 ^b
T	26	9,3 ^a	43 783,32 ^a
<i>Sig.</i>		*	*

Quadro 2 – Peso e volume dos bagos, produção por planta entre tratamentos.

Modalidades	Peso do bago (g)	Volume (ml)	Produção por planta (g)
SFM1	1,08 ^a	0,55 ^a	2700 ^a
SPM1	1,08 ^a	0,58 ^a	2900 ^a
T	1,05 ^b	0,52 ^b	1400 ^b
<i>Sig.</i>	*	*	*

Quadro 3 – Acidez total, álcool provável, antocianinas totais e ácido málico entre tratamentos.

Modalidades	Acidez total (g.L ⁻¹)	Álcool provável (%)	Antocianinas totais (mg.L ⁻¹)	Ácido málico (g.L ⁻¹)
SFM1	3,19 ^a	13,06 ^{ab}	707,82 ^b	1,7 ^b
SPM1	3,05 ^{bc}	13,13 ^a	647,21 ^b	1,6 ^b
T	3,15 ^{ab}	12,63 ^{bc}	776,18 ^a	2,0 ^a
<i>Sig.</i>	*	*	*	*

Anexo XI – Tabelas de significância dos resultados de 2011.

Tratamentos: **T** – Testemunha; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

Quadro 1 – Área foliar total entre tratamentos.

Modalidades	Número de Cachos	Área foliar total (cm ²)
SFM1	23,7	31 024,92 ^a
SPM1	23,2	32 402,44 ^a
T	24,0	41 442,40 ^b
<i>Sig.</i>	-	*

Quadro 2 – Resistência estomática entre tratamentos.

Modalidades	Resistência estomática (cm ⁻² .s ⁻¹)
SFM1	1,22 ^b
T	3,03 ^a
<i>Sig.</i>	*

Quadro 3 – Produção por planta, número de cachos dissecados, peso e volume entre tratamentos.

Modalidades	Produção por planta (g)	Número de cachos com > 30% de passas	Peso do bago (g)	Volume (ml)
SFM1	2519,1 ^a	4,3 ^a	0,99 ^a	0,47 ^a
SPM1	2269,0 ^{ab}	4,5 ^a	1,03 ^a	0,49 ^a
T	2027,5 ^b	6,9 ^b	1,06 ^a	0,53 ^a
<i>Sig.</i>	*	*	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Quadro 4 – Acidez total, álcool provável, antocianas totais e extratibilidade de antocianas entre tratamentos.

Modalidades	Acidez total (g.L ⁻¹)	Álcool provável (%)	Antocianas totais (mg.L ⁻¹)	Extratibilidade das antocianas (%)
SFM1	2,53 ^a	14,22 ^a	759,27 ^b	25,97 ^{ab}
SPM1	2,36 ^a	14,28 ^a	745,50 ^b	18,33 ^b
T	2,36 ^a	13,97 ^a	942,90 ^a	33,37 ^a
<i>Sig.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	*	*

Anexo XII – Tabelas de significância dos resultados de 2012.

Tratamentos: **T** – Testemunha; **T (15cm)** – Testemunha com rede a 15 cm; **SFM1** – Sombreamento parcial da floração à maturação; **SPM1** – Sombreamento parcial do pintor à maturação; **SFM2** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação; **SPM2** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação; **SFM3r** – Sombreamento parcial (15cm) da floração à maturação com rega; **SPM3r** – Sombreamento parcial (15 cm) do pintor à maturação com rega; **Tr** – Testemunha com rega. Acima de cada coluna a mesma letra significa diferença não significativa (Tukey HSD^{0,05}).

Quadro 1 – Área média das folhas total entre tratamentos.

Datas	Modalidades	Área média foliar (mm ²)	Sig.
6 Junho	S/rede S/reg	19 689,38 ^a	*
	C/rede S/reg	15 634,44 ^b	
	C/rede C/reg	-	
	S/rede C/reg	-	
20 Junho	S/rede S/reg	14 575,91 ^b	*
	C/rede S/reg	13 830,24 ^b	
	C/rede C/reg	19 071,70 ^a	
	S/rede C/reg	15 172,05 ^{ab}	
11 Julho	S/rede S/reg	21 277,89 ^a	*
	C/rede S/reg	21 303,59 ^a	
	C/rede C/reg	14 964,43 ^b	
	S/rede C/reg	14 723,48 ^b	
31 Julho	S/rede S/reg	18 884,21 ^a	*
	C/rede S/reg	15 141,28 ^{ab}	
	C/rede C/reg	13 727,98 ^b	
	S/rede C/reg	14 991,34 ^b	
23 Agosto	S/rede S/reg	15 126,65 ^{ab}	*
	C/rede S/reg	15 979,58 ^a	
	C/rede C/reg	14 568,46 ^b	
	S/rede C/reg	15 097,57 ^{ab}	

Quadro 2 – Potencial hídrico foliar e condutância estomática ao meio dia solar entre tratamentos.

Data	Hora	Modalidades	Potencial Hídrico (-Mpa)	Sig.	Condutância estomática (gs/100) (cm ⁻² .s ⁻¹)	Sig.
20 Junho	6	SFM1	-0,31 ^b	*	-	-
		SPM1	-			
		SFM2	-0,22 ^{ab}			
		SPM2	-			
		T	-0,33 ^b			
		SFM3r	-0,12 ^a			
		SPM3r	-			
		Tr	-0,10 ^a			
	10	SFM1	-0,91 ^{ab}	*	-	-
		SPM1	-			
		SFM2	-0,95 ^b			
		SPM2	-			
		T	-0,94 ^{ab}			
		SFM3r	-0,82 ^{ab}			
		SPM3r	-			
		Tr	-0,68 ^a			
	14	SFM1	-1,15 ^{ab}	*	-	*
		SPM1	-		-	
		SFM2	-1,09 ^{ab}		2,166 ^{ab}	
		SPM2	-		-	
		T	-1,20 ^a		1,857 ^b	
		SFM3r	-1,06 ^b		2,456 ^{ab}	
		SPM3r	-		-	
		Tr	-1,18 ^{ab}		2,552 ^a	
	18	SFM1	-0,78 ^b	*	-	-
		SPM1	-			
		SFM2	-0,83 ^b			
		SPM2	-			
		T	-0,86 ^b			
		SFM3r	-0,43 ^a			
		SPM3r	-			
		Tr	-0,68 ^a			
10 Julho	6	SFM1	-0,39 ^b	*	-	-
		SPM1	-			
		SFM2	-0,43 ^b			
		SPM2	-			
		T	-0,55 ^b			
		SFM3r	-0,12 ^a			
		SPM3r	-			
		Tr	-,033 ^a			
	10	SFM1	-1,12 ^b	*	-	-
		SPM1	-			
		SFM2	-1,22 ^b			
		SPM2	-			
		T	-1,23 ^b			
		SFM3r	-0,70 ^a			
		SPM3r	-			
		Tr	-0,99 ^a			
	14	SFM1	-1,29 ^a	*	-	*

				FCUP Anexos	
31 Julho		SPM1	-	-	
		SFM2	-1,27 ^a	2,145 ^b	
		SPM2	-	-	
		T	-1,29 ^a	1,801 ^b	
		SFM3r	-0,87 ^b	3,017 ^a	
		SPM3r	-	-	
		Tr	-1,06 ^b	2,359 ^b	
	18	SFM1	-1,22 ^b		
		SPM1	-		
		SFM2	-1,18 ^b	-	-
		SPM2	-		
		T	-1,19 ^b		
		SFM3r	-0,85 ^a		
		SPM3r	-		
		Tr	-0,75 ^a		
	6	SFM1	-		
		SPM1	-		
		SFM2	-0,97 ^b		
		SPM2	-	-	-
		T	-0,71 ^{ab}		
		SFM3r	-0,41 ^a		
		SPM3r	-		
		Tr	-		
	10	SFM1	-		
		SPM1	-		
		SFM2	-1,31 ^b		
		SPM2	-	-	-
		T	-0,96 ^a		
		SFM3r	-0,88 ^a		
		SPM3r	-		
		Tr	-		
	14	SFM1	-1,56 ^a	-	
		SPM1	-1,35 ^{abc}	-	
		SFM2	-1,47 ^a	2,053 ^b	
		SPM2	-1,43 ^{ab}	-	*
		T	-1,42 ^{ab}	2,097 ^b	
		SFM3r	-1,08 ^c	3,338 ^a	
		SPM3r	-1,16 ^{bc}	-	
		Tr	-1,08 ^c	3,173 ^a	
	18	SFM1	-		
		SPM1	-		
		SFM2	-1,63 ^b		
		SPM2	-	-	-
		T	-1,57 ^b		
		SFM3r	-1,22 ^a		
		SPM3r	-		
		Tr	-		
23 Agosto	14	SFM1	-1,69	-	
		SPM1	-1,75	-	
		SFM2	-1,64	-	
		SPM2	-1,65	-	-
		T	-1,72	-	
		SFM3r	-1,58	-	
		SPM3r	-1,49	-	
		Tr	-1,48	-	

Quadro 3 – Temperaturas médias das folhas ao meio dia solar entre tratamentos.

Datas	Modalidades	Temperatura das folhas (°C)	Sig.
6 Junho	SFM2	24,03 ^a	<i>n.s.</i>
	SPM2	-	
	T	23,47 ^a	
	SFM3r	-	
	SPM3r	-	
	Tr	-	
20 Junho	SFM2	27,99 ^a	*
	SPM2	-	
	T	28,35 ^a	
	SFM3r	24,55 ^b	
	SPM3r	-	
	Tr	24,79 ^b	
10 Julho	SFM2	29,93 ^a	*
	SPM2	-	
	T	29,65 ^a	
	SFM3r	25,24 ^b	
	SPM3r	-	
	Tr	25,77 ^b	
1 Agosto	SFM2	30,32 ^{ab}	*
	SPM2	31,44 ^a	
	T	30,55 ^{ab}	
	SFM3r	29,15 ^b	
	SPM3r	30,99 ^a	
	Tr	29,95 ^b	
19 Setembro	SFM2	26,22 ^a	*
	SPM2	-	
	T	26,32 ^a	
	SFM3r	24,28 ^b	
	SPM3r	-	
	Tr	-	

Quadro 4 – Temperaturas médias dos cachos ao meio dia solar entre tratamentos.

Época	Modalidades	Temperatura dos cachos (°C)	Sig.
Pré-pintor	SFM2	30,5 ^a	*
	T	30,2 ^a	
	SFM3r	27,6 ^b	
	Tr	27,2 ^b	
Pós-pintor	SFM2	30,0	<i>n.s.</i>
	SPM2	30,5	
	T	30,0	
	SFM3r	30,2	
	SPM3r	31,2	
	Tr	31,2	

Quadro 5 – Balanço térmico entre a temperatura média do ar e a temperatura média das folhas nas diferentes datas e tratamentos.

Balanço térmico entre a temperatura média do ar e a temperatura média das folhas															
	06-Jun			20-Jun			10-Jul			01-Ago			19-Set		
	Temp.	Dif.		Temp.	Dif.		Temp.	Dif.		Temp.	Dif.		Temp.	Dif.	
	Folhas	Temp.		Folhas	Temp.		Folhas	Temp.		Folhas	Temp.		Folhas	Temp.	
SFM2	24,03	1,77	P	27,99	-1,09	N	29,93	-0,33	N	30,32	-0,42	N	26,22	-0,72	N
SPM2	-	-		-	-		-	-		31,44	-1,54	N	-	-	
T	23,47	2,33	P	28,35	-1,45	N	29,65	-0,05	N	30,56	-0,66	N	26,32	-0,82	N
SFM3r	-	-		24,55	2,35	P	25,24	4,36	P	29,15	0,75	P	24,28	1,23	P
SPM3r	-	-		-	-		-	-		31,00	-1,10	N	-	-	
Tr		-		24,79	2,11	P	25,77	3,83	P	29,95	-0,05	N	-	-	
Temp. ar	25,8	-		26,9	-		29,6			29,9	-		25,5	-	

Quadro 6 – Evolução da produção média nos últimos 10 anos da parcela.

Anos	Produção média (t.ha ⁻¹)
2003	4,77
2004	4,78
2005	3,84
2006	2,69
2007	4,30
2008	3,64
2009	3,53
2010	6,21
2011	4,58
2012	3,31

Quadro 7 – Evolução do peso, do volume, do álcool provável e do pH do bago entre o início da maturação e a vindima.

Data	Modalidades	Peso por bago (g)	Volume por 200 bagos (ml)	Álcool provável (%)	pH mosto
23 Agosto	SFM1	1,09 ^a	192,2	12,5	3,50
	SPM1	1,04 ^a	179,8	12,8	3,48
	SFM2	1,13 ^a	194,1	12,9	3,50
	SPM2	1,09 ^a	201,5	13,1	3,51
	T	0,95 ^a	142,6	12,6	3,54
	SFM3r	1,46 ^b	282,1	13,1	3,48
	SPM3r	1,42 ^b	291,4	13,7	3,53
	Tr	1,33 ^b	229,4	13,2	3,54
30 Agosto	SFM1	1,31 ^a	136,0	12,5	3,47
	SPM1	1,20 ^a	126,0	13,2	3,60
	SFM2	1,19 ^a	134,0	13,1	3,58
	SPM2	1,30 ^a	142,0	13,2	3,51
	T	1,23 ^a	143,0	13,1	3,67
	SFM3r	1,57 ^b	190,0	13,1	3,54
	SPM3r	1,53 ^b	183,0	14,0	3,62
	Tr	1,58 ^b	180,0	13,3	3,60
6 Setembro	SFM1	1,15 ^a	130,0	13,4	3,61
	SPM1	1,09 ^a	116,0	13,9	3,64
	SFM2	1,17 ^a	116,0	13,8	3,58
	SPM2	1,13 ^a	124,0	14,1	3,68
	T	1,13 ^a	122,0	13,4	3,62
	SFM3r	1,47 ^b	171,0	14,1	3,70
	SPM3r	1,43 ^b	165,0	14,5	3,67
	Tr	1,46 ^b	164,0	14,4	3,71
13 Setembro	SFM1	1,28 ^a	131,0	14,2	3,71
	SPM1	1,13 ^a	120,0	14,8	3,78
	SFM2	1,13 ^a	114,0	14,6	3,72
	SPM2	1,16 ^a	120,0	14,9	3,73
	T	1,07 ^a	113,0	14,5	3,82
	SFM3r	1,46 ^b	152,0	14,8	3,71
	SPM3r	1,32 ^b	146,0	15,4	3,79
	Tr	1,40 ^b	158,0	14,8	3,81
<i>Sig.</i>		*	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Quadro 8 – Número médio de cachos, produção, bagos dessecados por videira à vindima entre tratamentos.

Modalidades	Número de cachos por videira	Produção por videira (Kg)	Bagos dessecados (%)	Rendimento (t.ha ⁻¹)
SFM1	20,63	1,746 ^a	9,38 ^c	7,938 ^a
SPM1	16,13	1,124 ^{ab}	11,25 ^c	5,113 ^{ab}
SFM2	13,00	0,841 ^b	9,38 ^c	3,813 ^b
SPM2	11,00	0,538 ^b	23,13 ^{bc}	2,425 ^b
T	20,97	1,074 ^b	19,53 ^{bc}	4,894 ^b
SFM3r	11,38	0,633 ^b	35,63 ^{ab}	2,875 ^b
SPM3r	10,88	0,553 ^b	45,00 ^a	2,500 ^b
Tr	12,38	0,783 ^b	32,81 ^{ab}	3,569 ^b
<i>Sig.</i>	<i>n.s.</i>	<i>*</i>	<i>*</i>	<i>*</i>

Quadro 9 – Totais de antocianas e concentração de ácido tartárico e málico entre tratamentos.

Modalidades	Total antocianas (g.L ⁻¹)	Ácido málico (g.L ⁻¹)	Ácido tartárico (g.L ⁻¹)
SFM1	1,59	1,47	5,05
SPM1	2,49	1,30	4,45
SFM2	2,23	1,47	4,45
SPM2	2,12	1,36	5,10
T	2,07	1,55	4,76
SFM3r	2,21	1,72	4,50
SPM3r	2,17	1,52	4,75
Tr	2,21	1,47	4,15
<i>Sig.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>